VALTION MAATALOUSKOETOIMINNAN JULKAISUJA N:o 130
AGRICULTURAL EXPERIMENT ACTIVITIES OF THE STATE, PUBLICATION No. 130

BOORIN PUUTTEESTA AIHEUTUVISTA KASVITAUDEISTA JA BOORIN MERKITYKSESTÄ MAAMME KASVINVILJELYSSÄ

E. A. JAMALAINEN
MAATALOUSKOELAITÖKSEN KASVITAUTIOSASTO,
TIKKURILA

SUMMARY:
ON BORON DEFICIENCY DISEASES AND ON THE ROLE OF BORON IN THE FINNISH PLANT CULTIVATION

WELSH PLANT BREEDING STATION,
-6 JUL 1949
PENGLAIS, ABERYSTWYTH.

COMMONWEALTH BUREAU OF PASTURES & FIELD CROPS
LIBRARY
ABERYSTWYTH, GREAT BRITAIN

HELSINKI 1949

VALTION MAATALOUSKOETOIMINNAN JULKAISUJA N:o 130
AGRICULTURAL EXPERIMENT ACTIVITIES OF THE STATE, PUBLICATION No. 130

BOORIN PUUTTEESTA AIHEUTUVISTA KASVITAUDEISTA JA BOORIN MERKITYKSESTÄ MAAMME KASVINVILJELYSSÄ

E. A. JAMALAINEN
MAATALOUSKOELAITOKSEN KASVITAUTIOSASTO, TIKKURILA

SUMMARY:
ON BORON DEFICIENCY DISEASES AND ON THE ROLE OF BORON IN THE FINNISH PLANT CULTIVATION

WELSH PLANT BREEDING STATION,
-6 JUL 1949
PENGLAIS, ABERYSTWYTH.

COMMONWEALTH BUREAU OF PASTURES & FIELD CROPS
LIBRARY
ABERYSTWYTH, GREAT BRITAIN

HELSINKI 1949

Digitized by the Internet Archive
in 2025

Helsinki 1949. Valtioneuvoston kirjapaino

https://archive.org/details/valtion-maatalouskoetoiminnan-julkaisuja_1949_130

Alkulause.

Maatalouskoelaitoksen kasvitautiosastolla suoritetuissa tutkimuksissa osoitettiin viime vuosikymmenen puolivälissä, että lantussa esiintyvä, ruskotaudiksi nimitetty kasvitauti on torjuttavissa vähäisillä annoksilla booria. Samoihin tuloksiin on tultu myös muissa maissa lantulla tehdyissä kokeissa. Myöhemmin osoitettiin kasvitautiosastolla suoritetuissa vesiviljelyskokeissa, että lanttu ilman booria kasvatettuna kehittyy ruskotautiseksi. Viime vuosikymmenen alussa totesi Brandenburg (1931), että juurikkaiden sydänmätä (= sydän- ja kuivamätä) johtuu boorin puutteesta, ja useissa maissa, myös Suomessa on kokeellisesti osoitettu taudin olevan ehkäistävissä boorilannoitteilla. Edelleen todettiin kasvitautiosaston kokeissa, että omenan kuoppatauti voidaan torjua booripitoisilla aineilla (Jamalainen 1935a, 1936a, 1936c, 1942).

Merkittäviä tuloksia boorin osuudesta sokerijuurikkaiden viljelyssä saatiin Karjalan kasvinviljelyskoeasemalla Hannilassa vv. 1937—1939 tehdyissä kokeissa. Viime vuosina on boorilla tehty kokeita myös muilla kasvinviljelyskoeasemilla sekä paikallisina kokeina eri tahoilla maata, jotka vahvistavat yhä enemmän sitä käsitystä, että boorilla on tärkeä merkitys maamme kasvinviljelyssä.

Tässä julkaisussa selostetaan boorin merkitystä Suomen pelto- ja puutarhaviljelyksillä nojautumalla boorilla tehtyihin kokeisiin sekä kiinnittämällä erikoisesti huomiota boorin puutteesta aiheutuviin kasvien sairauksiin. Yksityiskohtaisemmin selostetaan Karjalan kasvinviljelyskoeasemalla Hannilassa suoritettuja sokerijuurikaskokeita sekä Maatalouskoelaitoksen kasvitautiosastolla tehtyjä boorin käyttöä selvittäviä kokeita.

Sokerijuurikaskokeet Karjalan kasvinviljelyskoeasemalla Hannilassa järjesti vv. 1937—1938 koeaseman johtaja, fil. maisteri O. Saarnenheimo ja v. 1939 koeaseman johtaja, maat. ja metsät. kand. V. Laurila (kaatui sodassa v. 1941). Seuraavat ulkomaiset laitokset ovat luovuttaneet valokuvia kirjoittajan käytettäväksi: *Long Ashton Research Station*, Englannissa, *Statens Plantepatologiske Forsøk*, Tanskassa ja *Dominion Laboratory of Plant Pathology*, Kanadassa. Useat henkilöt ovat antaneet kirjoittajalle valaisevia tietoja tässä julkaisussa käsiteltävistä kysymyksistä. Kirjoittaja pyytää saada lausua kaikesta edelläsanotusta parhaat kiitokset.

Boorin puutteesta aiheutuvista viljelyskasvien taudeista.

Viime aikoina ovat tulleet tärkeiksi tutkimusten aiheiksi ravintoaineiden puutteesta johtuvat kasvitaudit. Tarkkailemalla kasveissa esiintyviä sairauksia, joko tekemällä havaintoja viljelyksillä tai järjestämällä vesiviljelys-, astia- ja kenttäkokeita kasvinravintoaineilla ja seuraamalla niissä kasvien kehitystä on selvitetty useita perustavaa laatua olevia kasvien ravitsemusta koskevia kysymyksiä. Ravintoaineiden puutteesta johtuvat kasvitaudit ja niiden tunteminen ansaitsevat tulla myös viljelijäin huomion kohteeksi, varsinkin sen jälkeen, kun tutkimukset ovat osoittaneet kasvien tarvitsevan paitsi tavallisia lannoitteina annettuja ravintoaineita, myös ns. hivenravintoaineita, kuten booria, kuparia ja mangania, joita ilman kasvit eivät anna laadultaan eikä määrältään kunnollisia satoja.

Boori on vesiviljelys- ja astiakokeiden perusteella todettu kasveille välttämättömäksi ravintoaineeksi. Jos kasvit eivät saa booria riittävästi, on niiden kehitys epänormaalia; kasveissa esiintyy puutostauteja ja sadot jäävät heikoiksi. Jos taasen ainetta annetaan liikaa, ilmenee kasveissa myrkytyksiä.

Boorin merkitystä käsittelevä kirjallisuus on nykyisin jo hyvin laaja, joten sen yksityiskohtaisempaan selostamiseen ei tämän julkaisun puitteissa ole mahdollisuutta. Siihen perehtymistä helpottavat eräät booritutkimuksia referoivat julkaisut ja julkaisusarjat, joista mainittakoon seuraavat: »*Boron and Plant Life*» osat I—VI, »*Chilean Nitrate Educational Bureau*»n hivenainetutkimuksia referoiva, uusina painoksina ilmestyvä julkaisu »*Bibliography of the Literature on the Minor Elements*» sekä Wallacen (1943) ja Scharrerin (1944) hivenaineita selostavat teokset. Mainittakoon tässä yhteydessä, että agronomi M. Hovin laatimassa, v. 1947 ilmestyneessä hivenainekysymystä selostavassa kirjassa on esitetty suomenkielellä tietoja boorista ja sen merkityksestä kasvutekijänä.

Seuraavassa kuvataan lyhyesti tärkeimpiä boorin puutteesta johtuvia Suomessa viljellyissä pelto- ja puutarhakasveissa esiintyviä kasvitauteja ja epänormaalisuuksia. Ne selostetaan isäntäkasveittain nojautuen alan kirjallisuuteen sekä tietoihin, joita maassamme on olemassa boorin puutteesta aiheutuvista kasvitaudeista.

Apila. Astiakokeissa on puna-apilan kehitys ilman booria voimakkaasti kalkitussa rahkaturvemullassa epänormaalia siten, että lehdet ovat ryppyisiä ja punertavia, muuttuvat myöhemmin ruskeareunaisiksi, ruskettuvat lopuksi kokonaan ja kuivettuvat (ØDELIEN & VIDME 1942). Samantapaista on apilan kehitys hiekassa kasvatettuna (kuva 1). Juuriin

Kuva 1. Hiekkaviljelyskokeessa boorin puutteessa kasvaneita apiloita. Lehtiruodit paksuuntuneita ja jäykkiä, kasvupisteet kuolleet ja nuoret lehdet tuhoutuneet, vanhempien lehtien reunat punertavia tai purppuranvärisiä.

Valok. LONG ASHTON RESEARCH STATION, Englanti.

ei tällöin kehity laisinkaan nystyröitä (HEWITT 1946 ym.). Tämä apilanviljelyssä huomionarvoinen seikka on todettu myös kenttäkokeissa, joissa juurinystyröiden kehitys ilman booria on puutteellista. Mainittakoon, että eräiden kokeiden mukaan boori ja molybdeni yhdessä käytettynä antavat paremman sadonparannuksen kuin boori yksin (DMITRIEV 1939). Kysymys tarvitsevatko apilakasvit peltoviljelyksillä yleisemmin booria, kaipaa vielä perusteellisia kokeiluja. Eri maissa tehdyissä kokeissa on apilakasveilla runsaasti kalkituissa kasvupaikoissa useissa tapauksissa saatu boorilannoituksella sadonlisäyksiä. Kenttäkokeissa on mm. todettu, että apilan taimien juurien kehitys on heikkoa ilman booria, lehdet ovat punertavia, kasvit jäävät pienikokoisiksi ja kuolevat aikaisella asteella. Boorilannoituksen on samalla todettu edistävän huomattavasti apilan kukkimista (NAFTEL 1941 ja 1942). — Suomessa on boori eräissä paikalliskokeissa parantanut huomattavasti puna-apilan satoja.

Herne ja muut palkokasvit. Astiakokeissa ilman booria antaa sokeriherne keskinkertaisen runsaasti kalkitussa rahkaturvemaassa

(pH 4.8—5.8) huonon siemensadon, palot ovat pienikokoisia ja rypistyneitä. Vastaavasti voimakkaasti kalkitussa maassa (pH 7.3—7.8) jäävät sokeriherneet ilman booria pienikokoisiksi, lehtiruodit ovat lyhyitä, lehdykät pieniä ja keltalaikkuisia (ØDELIN & VIDME 1942). Muissakin kokeissa runsaasti kalkituissa kasvupaikoissa on boorilla todettu olevan edullinen vaikutus herneen kasvuun.

Palkokasvit yleensä, kuten puutarhapapu, härkäpapu, luserni ja lupiini kuuluvat kasvien joukkoon, joilla boorin puutteessa esiintyy herkästi sairauksia. Myös juurinystyröiden kehitys on näissä kasvilajeissa puutteellista ilman booria.

Keräkaalissa on astiakokeissa boorin puutteessa todettu samankaltaisia sairauksia kuin muissakin kasveissa, jolloin on mm. osoitettu, että kaalin kerät kehittyvät ilman booria löyhiksi. Pelloissa ei boorin puute näytä esiintyvän ulkonaisesti selvästi havaittavina sairauksina. Tyypillistä on sen sijaan vetisten laikkujen ilmaantuminen kaalin varren ytimeen; se muuttuu myöhemmin ruskeaksi ja halkeilee, jolloin varteen syntyy onteloita (WALKER, McLEAN & JOLLIVETTE 1941 ym.). Mainittakoon, että tällaista ytimen halkeilemista voi ilmetä myös muista syistä kuin boorin puutteesta.

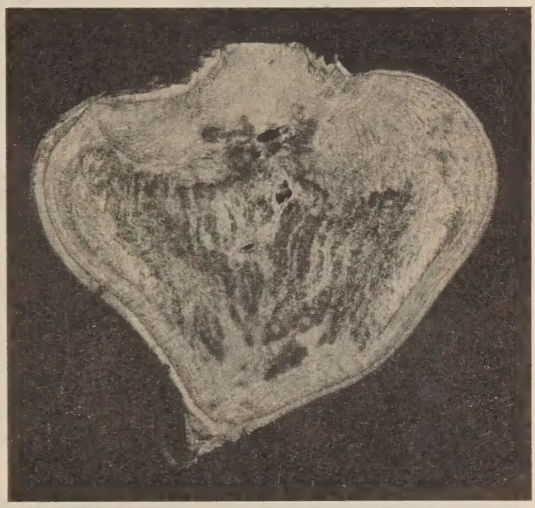
Kuva 2. Pellossa boorin puutteessa kasvanut kukkakaali. Varsi keskeltä ruskettunut ja siinä onteloita; kaalin »kukka» osittain ruskettunut.

Valok. LONG ASHTON RESEARCH STATION, Englanti.

Kukkakaali. Boorin puutteessa kukkakaalin kupu eli »kukka» ruskettuu laikuittain tai kokonaan. Halkaistun kukkakaalin varren ydin on ruskettunut ja siinä on halkeamia (kuva 2). Varressa voi olla halkeamia muistakin syistä kuin boorin puutteesta, mutta ydin ei silloin ole ruskettunut. Jos boorin puute on hyvin suuri, taipuvat kukkakaalin lehdet alas, kasvi jää kokonaisuudessaan pienikokoiseksi eikä kupua muodostu. Nuoret lehdet ovat pienikokoisia, niiden lehtiruodeissa on rupimaisia, rus-

keita pahkoja eikä lehtilapaa muodostu (DEARBORN, THOMPSON & RALEIGH 1936 ym.).

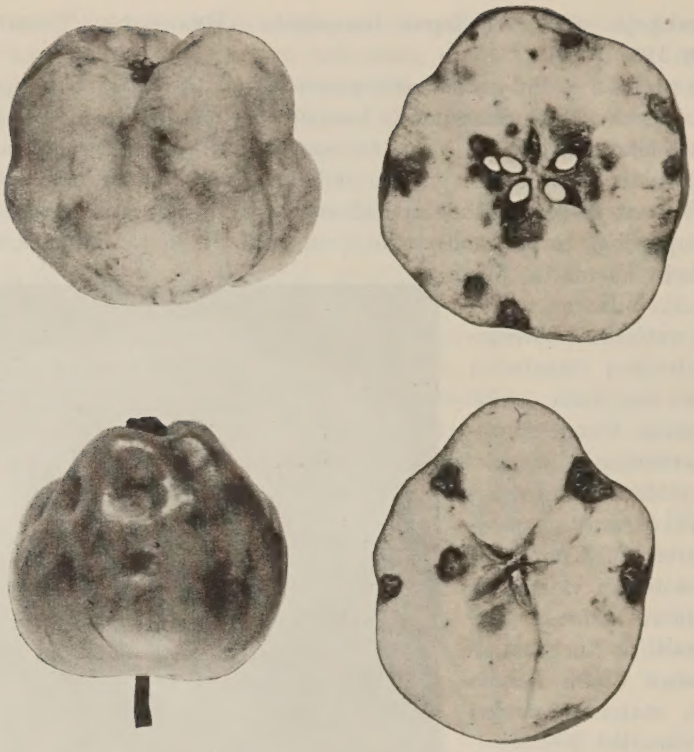
L a n t u s s a esiintyvä, boorin puutteesta johtuva, lantun ruskotauti voidaan todeta vain halkaisemalla kasvin naatinalainen osa. Ulkonaisesti ei varsissa eikä juurissa ole havaittavissa peltoviljelyksillä sellaisia vikoja, joiden perusteella voitaisiin varmuudella päätellä onko lanttu sairas vai terve. Sairaat solukot nähdään halkaistussa lantussa tummempina kuin niitä ympäröivä terve malto. Ne ovat joko ruskeita, harmaanruskeita tai melkein harmaita, jolloin taudin pilaama malto näyttää vetiseltä. Lievemmin sairaiden lanttujen mallossa on vain siellä täällä pieniä, tummia kohtia, pahemmissa tapauksissa täyttävät sairaat solukot koko lantun keskiosan (kuva 3). Kuoren ja sairaan solukon välissä on säännöllisesti kerros tervettä maltoa. Ruskotautiset lantut eivät kelpaa kitkerän makunsa vuoksi ihmisravinnoksi. Kevättalvella, kun osa sairaista lantuista muuttuu hohkaiseksi, menettävät ne arvonsa kotieläintenkin rehuna. — Lantun ruskotaudin esiintymisestä Suomessa tehdään lähemmin selkoa siv. 33—34. Paitsi lantussa, on ruskotautia meillä todettu myös ruokanauriissa ja turnipsissa (JAMALAINEN 1935a).



Kuva 3. Halkaistu, ruskotautinen lanttu.
Valok. E. A. JAMALAINEN.

M a n s i k k a. Norjassa tehdyissä astiakokeissa oli mansikan kehitys ilman booria runsaasti kalkitussa rahkaturvemaassa puutteellista. Kukkanuput kuivettuivat, lehdet muuttuivat kasvukauden kuluessa ruskeanpunertaviksi, varret olivat normaalia lyhyemmät ja kasvien talvehtiminen oli ilman booria epätyydyttävää (ØDELIEN & VIDME 1942).

O m e n a s s a on todettu useampia erilaisia tauteja, jotka ovat ehkäistävissä boorilla. Suomessa yleisenä esiintyvä omenan kuoppatauti (kuva 4) (engl. *Internal Cork*) tunnetaan siitä, että sairaiden omenien pinta muuttuu epätasaiseksi ja kuoppaiseksi. Tauti alkaa olla havaittavissa jo hedelmien raakileasteella, kesä- ja heinäkuun vaihteessa, jolloin omenien pintaan ilmestyy pieniä, tummanvihreitä laikkuja. Hedelmien kasvaessa isommiksi jäävät laikkukohdat syvennyksiksi, jolloin omenaan muodostuu



Kuva 4. Kuoppatautisia omenia: ylempi Harlamovski, alempi Punainen kaneli.
Valok. E. A. Jamalainen.

kuoppia ja kohokohtia. Jos tauti alkaa pilata hedelmiä jo raakileasteella, muuttuu se epämuotoiseksi ja jää kooltaan tavallista pienemmäksi. Sen sijaan hedelmät, jotka sairastuvat vasta kasvukauden loppupuolella, kehittyvät lähes terveiden kokoisiksi, jolloin pinnan kuoppaisuus jää vähemmän silmäänpistäväksi. Halkaistun, sairaan omenan mallossa nähdään ruskeita, usein melkein pyöreitä laikkuja, joissa solukot ovat kuolleet. Niiden koko vaihtelee; toisten halkaisija on vain pari kolme mm, toisten 4—6 mm tai vieläkin suurempi. Sairaat solukot ovat joko siellä täällä omenan mallossa tai ovat ne ryhmittyneet tuppiloiden ympärille, niiden seinämien välisiin osiin. — Kuoppataudin esiintymisestä Suomessa tehdään selkoa sivv. 35—36.

Muista omenissa esiintyvistä taudeista, jotka on voitu torjua boorilla, ei maassamme ole tietoja. On kuitenkin syytä niitä lyhyesti selostaa, koska sellaisten esiintyminen saattaa olla meilläkin mahdollista. Taudeista käytetään seuraavassa englanninkielisiä nimityksiä. »*Drought Spot*»-

taudissa kehittyvät hedelmät pienikokoisiksi ja epämuodostuneiksi. Ne ovat pinnaltaan korkkiutuneita ja halkeilevat (kuva 5). »*Corcy Core*»-taudissa ruskettuu hedelmissä siemenkodan ympärystä; hedelmien pinnassa ei esiinny näkyvää vikaa (kuva 6). Myös muissa osissa omenapuuta on todettu sairauksia, jotka saadaan ehkäistyksi boorilla. Sellainen on »*Die back*»-tauti, joka turmelee vuosikasvaimia ja nuoria oksia; niiden lehdet varisevat ja kuolleet oksat jäävät jäljelle (kuva 7).

Tässä yhteydessä on syytä mainita, että omenassa on todettu eräitä sairauksia, jotka muistuttavat

Kuva 5. Korkkiutuneita ja haljenneita *Drought Spot*-tautisia omenia.

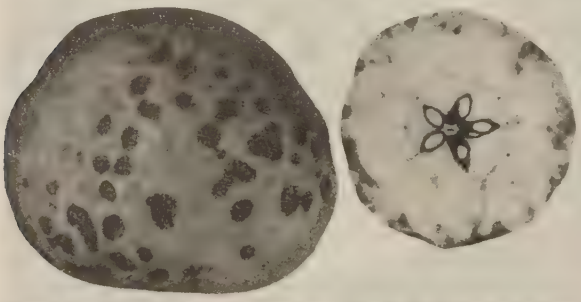
Valok. H. R. McLarty, Kanada.

Kuva 6. *Corcy Core*-tauti omenassa.

Valok. H. R. McLarty, Kanada.

Kuva 7. *Die back*-tauti omenapuun oksassa.
Valok. H. R. McLarty, Kanada.

kuoppatautia, mutta eivät ole ehkäistävissä boorilla. Sellainen on hedelmissä esiintyvä tauti, josta englanninkielisessä kirjallisuudessa käytetään nimitystä »*Bitter Pit*» ja saksalaisessa »*Stippenkrankheit*». Tauti tunnetaan siitä, että hedelmien pintaan muodostuu matalia, jyrkkäreunaisia syvennyksiä. Omenan mallon pinta-osissa, heti kuoren alla on ruskeanvärisiä, kuolleita solukkoryhmiä, jotka ovat 1—6 mm suuruisia (kuva 8). Tautia alkaa esiintyä tavallisesti silloin, kun hedelmät kypsyvät. Eri tautina pidetään »*Storage Pit*»-nimistä vikaa omenassa, joka on samankaltainen kuin »*Bitter Pit*», mutta ilmestyy hedelmiin vasta varastoimisen aikana. Kirjoittajan kuvaama, Suomessa varastoiduissa omenissa todettu tauti on ilmeisesti sama kuin »*Storage Pit*» (Jamalainen 1936 b).



Kuva 8. *Bitter Pit*-tauti omenissa. Tauti ei ole torjuttavissa boorilla.
Valok. Brooks & Fisher.

Pellava. Hiekkaviljelyskokeissa boorin puutteessa kasvanut pellava kehittyy epänormaalisti, samantapaisesti kuin muutkin kasvit (kuva 9). Boorin merkitystä pellavalle on tutkittu erikoisesti Venäjällä, jossa runsaasti kalkituissa pelloissa on

Kuva 9. Hiekkaviljelyskokeessa boorin puutteessa kasvanut pellava. Varret paksuuntuneet ja jäykät, latvaosan lehdet kellastuneet ja kapeat, kaspupisteet kuolleet.
Valok. Long Ashton Research Station, Englanti.

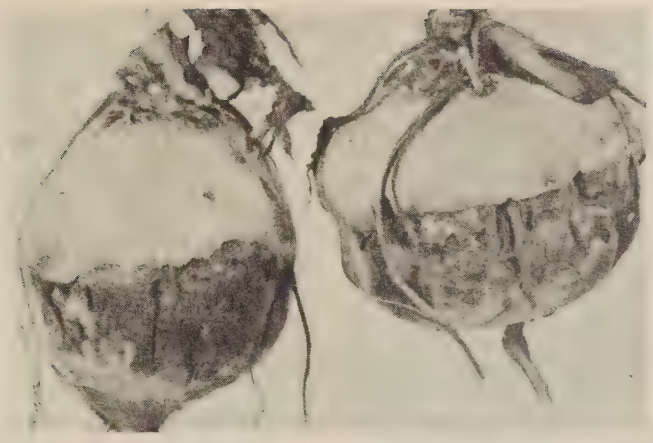
todettu pellavassa esiintyvän boorin puutteesta johtuvaa tautia. Pellavan latvaosat kellertyvät, tulevat epämuodostuneiksi ja lopuksi varisevat. Alemmissa osissa vartta jatkuu kasvu ilman ulkonaisia vioituksia. Siemenkodan kehitys ei ole normaalia, jonka vuoksi siemensato jää pieneksi; sairaiden kasvien kuitusato on alhainen. Tautia on torjuttu menestyksellisesti antamalla 3—6 kg boorihappoa halle (Peive 1938 ym.).

P e r u n a. Vesiviljelyskokeissa on osoitettu perunoiden sairastuvan ilman booria, siten että kasvupiste turmeltuu, lehden reunat kiertyvät, lehden lapa on normaalia paksumpi ja lehdet väriltään sinipunertavia. Juuret kehittyvät ruskeiksi tai mustiksi sekä ovat normaalia lyhyemmät ja paksummat. Mukulat jäävät pieniksi ja niiden pinta on rosoinen (vrt. Brandenburg 1939). Hiekkaviljelyskokeissa esiintyy samankaltaisia vioituksia, kuten kuva 10 osoittaa. Perunalla on tehty runsaasti kenttäkokeita, joissa on tutkittu boorin vaikutusta. Tulokset ovat olleet suuresti vaihtelevia. Toisissa tapauksissa on saatu huomattaviakin sadonparannuksia ilman ulkonaisia puutostautien merkkejä. Toisissa tapauksissa taasen sadon lisäystä ei ole todettu. Vahvistusta niille tutkimuksille, joiden

Kuva 10. Hiekkaviljelyskokeessa ilman booria kasvaneita perunanvarsia. Kasvupiste kuollut ja kasvu keskeytynyt, lehdet himmeänkeltaisenvihreät, muuttuen ennen lopullista tuhoutumista keltaisiksi. Valok. Long Ashton Research Station, Englanti.

mukaan perunat eivät mustu keitettäessä, jos kasveille annetaan boorilannoitus, ei ole saatu. Eräissä tutkimuksissa (mm. O'Brien & Dennis 1936; *Scottish Farmer* 1939, anon.) on todettu, että perunan mukuloissa esiintyvä ns. ruskotauti (engl. *Internal Rust*, saks. *Eisenfleckigkeit*) olisi ehkäistävissä boorilla. Mainittu sairaus ilmenee siten, että perunan mallossa on vaaleanruskeita laikkuja. Maatalouskoelaitoksen kasvitautiosastolla tehdyissä kokeissa ei ole voitu osoittaa, että meillä esiintyvä perunan mukuloiden ruskealaikkuisuus olisi poistettavissa boorilla. Suomessa ei boorin merkitystä perunalle ole vielä muissa suhteissa sanottavammin kokeiltu. Kysymykseen ansaitsee meillä kiinnittää huomiota, sillä mahdollista on, että seuduilla, joissa boorin puutetta esiintyy, saattaisi boorilla olla vaikutusta perunasatoihin. Mainittakoon, että peruna on arka boorin haitalliselle vaikutukselle, joten sille ei ole syytä käyttää runsaampia määriä kuin 10—15 kg booraksia halle.

P o r k k a n a kuuluu niihin kasveihin, joilla boorilannoitus antaa hyviä tuloksia. Norjalaisissa astiakokeissa (Odelien & Vidme 1942) voimakkaasti kalkituissa rahkaturvemaassa ilman booria sato jäi hyvin heikoksi. Varsinkin juuren kehitys oli puutteellista. Varsistossa ilmeni boorin puute nuorissa lehdissä siten, että ne kellastuivat ja myöhemmin kuivettuivat. Norjassa suomaalla tehdyissä kenttäkokeissa (Sorteberg 1941) oli 42 % porkkanan juurista käyttökelvottomia ruokatarkoituksiin ilman booria kasvaneissa koejäsenissä sen vuoksi, että ne olivat haljen-



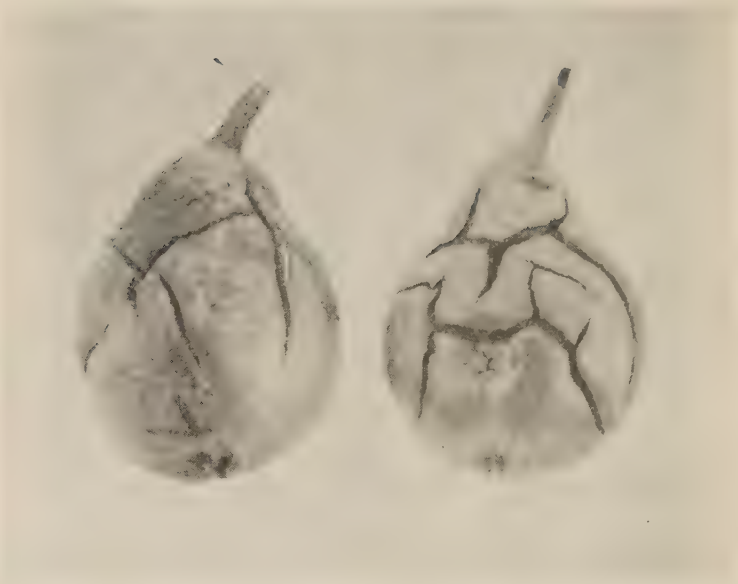
Kuva 11.' Pellossa boorin puutteessa kasvaneita punajuurikkaita. Lehdet kuihtuneita ja alas painuneita; vioitus alkaa nuorimmista lehdistä; juurikkaiden kyljessä laajoja turmeltuneita alueita.
Valok. Long Ashton Research Station, Englanti.

neita ja epämuodostuneita. Vastaavasti booria saaneissa porkkanoissa oli vain 3—4 % haljenneita.

Punajuurikas. Boorin puute ilmenee punajuurikkaassa useimmin vain juurikasosassa siten, että sen pintaan muodostuu isoja laikkuja (kuva 11), joissa solukko on mustunutta ja kovaa. Pahemmissa tapauksissa ulottuu vika syvemmälle juurikkaan maltoon. Sairaissa kohdissa on usein halkeamia. Tällaiset juurikkaat turmeltuvat myöhemmin tavallisesti kokonaan bakteerien aiheuttaman mädäntymisen vuoksi. Lehdissä ei lievissä tapauksissa esiinny vioituksia. Boorin puutteen ollessa tuntuvamman ilmenee niissä samankaltaista vikaa kuin sokerijuurikkaissa (Walker, Jollivette & McLean 1939 ym.). — Maatalouskoelaitoksen kasvitautiosastolle on saatu näytteitä ylläkuvatusta punajuurikkaan taudista, mm. Siilinjärveltä.

Päärynä. Kirjallisuustietojen mukaan tavataan päärynässä useammanlaisia boorilla torjuttavia sairauksia, jotka ovat tuntomerkkiensä puolesta samankaltaisia kuin aikaisemmin selostetut, omenissa todetut taudit; mm. hedelmien pinnan korkkiutuminen ja halkeileminen (*Drought Spot*-tauti, kuva 12) on eräiden tutkimusten mukaan ehkäistävissä boorilannoituksella (McLarthy 1940; Ferguson & Holbeche 1946).

Kirjoittaja totesi v. 1938 Mustialassa päärynäpuissa tautia, joka oli samankaltaista kuin omenan kuoppatauti. Hedelmien pinta oli kuoppainen ja niiden mallossa oli ruskeita laikkuja, joissa solukot olivat turmeltuneita samalla tavalla kuin kuoppatautisissa omenissa. Suurin osa näiden kahden päärynäpuun hedelmistä oli sairaita. Boorin vaikutusta tautia vastaan ei asianomaisessa paikassa ollut tilaisuutta kokeilla.



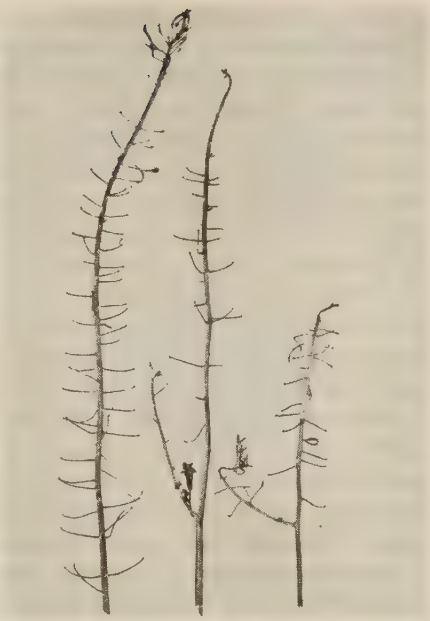
Kuva 12. Korkkiutuneita ja haljenneita *Drought Spot*-tautisia päärynöitä. Valok. H. R. McLarty, Kanada.

Ristikukkaiset öljykasvit ovat hyvin herkkiä boorin puutteelle. Se on osoitettu varsinkin keltasinapilla (*Sinapis alba*), jolla useimmat kokeet on tehty. Vesiviljelyskokeissa kasvaa keltasinappi ilman booria pienikokoiseksi, varsi kehittyy paksuksi ja lehdet tummanvihreiksi, myöhemmin niiden reunat kuihtuvat. Lidut eivät paisu, vaan jäävät litteiksi ja kurttuisiksi (Truninger 1940). Astiakokeissa keskeytyy keltasinapin kukkiminen boorin puutteessa ja lehden kärjet kellastuvat. Kellastuminen leviää kärjestä muuhun osaan lehteä, joka muuttuu ryppyiseksi ja vaalenee (Hudig & Lehr 1938). Muissakin ristikukkaisissa öljykasveissa, rapsissa (*Brassica napus oleifera*), rypsissä (*B. rapa oleifera*), öljyretikassa (*Raphanus oleiferus*) ja kuitupellavassa (*Camelinia sativa*) ilmenee boorin puutteessa samankaltaisia vioituksia: lehdistö kellertyy, juuret kehittyvät epänormaalisti ja kukkiminen sekä litujen muodostuminen on puutteellista (Schropp & Arenz 1938). — Maatalouskoelaitoksen kasvitautiosastolle on saatu Pohjois-Savon koeasemalta keltasinappinäytteitä (vrt. siv. 36), joissa boorin puute ilmeni hyvin voimakkaana (kuva 13).

Salaatti. Boorin puutteessa salaatin lehdet kellastuvat, ovat paksuuntuneita ja kurttuisia. Kasvupiste kuolee; tästä on seurauksena useampien silmujen muodostuminen, jolloin koko kasvi saa ruusukkeisen muodon. Toisinaan salaatin kärkiosa ruskettuu, toisinaan taasen koko

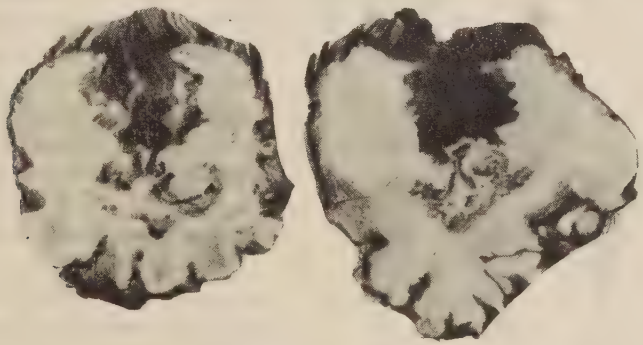
salaatti turmeltuu. Viimeksimainitussa tapauksessa ovat myös mädättäjäbakteerit ilmeisesti syynä salaatin pilaantumiseen (MIDGLEY & DUNKLEE 1946 ym.).

Selleri. Juurisellerissä esiintyy boorin puutteesta johtuva tauti (GRAM 1936), joka tunnetaan siitä, että mukuloiden sisässä solukot ovat tummuneita ja näissä kohdissa on suurempia tai pienempiä aukkoja (kuva 14). Kuoressa ei tavallisesti ole havaittavissa vioituksia. Solukot saattavat turmeltua siinä määrin, että mukula on sisältä tyhjä, jolloin ohut kuori on vain jäljellä. Toisinaan lehdet, varsinkin keskimmäiset kellastuvat ja lopuksi kuolevat. Reunimmaiset lehdet taipuilevat alas. Mukuloiden yläosassa on usein iso ontelo. Boorin puutetta potevilla mukuloilla on taipumusta mustua keitettäessä. — Maatalouskoelaitoksen kasvitautiosastolle on saatu näytteitä edelläkuvatusta juurisellerin taudista.



Kuva 13. Boorin puutetta sairastava, pellossa kasvanut keltasinappi. Kukintoihin ei ole muodostanut laisinkaan lituja.
Valok. H. ROIVAINEN & E. A. JAMALAINEN.

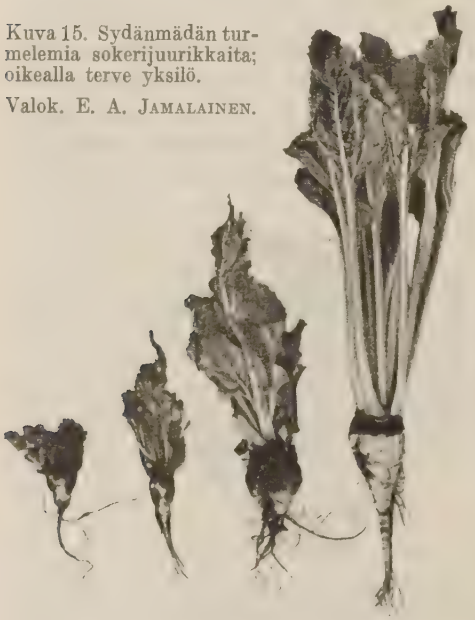
Sokeri- ja -rehujuurikas. Boorin puute ilmenee sokerijuurikkaassa samoin kuin rehujuurikkaassa tautina, jota meillä on ruvettu nimittämään sydänmädäksi, entisen sydän- ja kuivamädän (engl. *Dry Rot*, saks. *Herz- und Trockenfäule*) asemesta, ja joka nimitys taudille on



Kuva 14. Boorin puutteessa kasvaneita juurisellereitä.
Valok. STATENS PLANTEPATOLOGISKE FORSØK, Tanska.

tässäkin julkaisussa omaksuttu. Sydänmätä tunnetaan siitä, että aluksi aivan normaalilla tavalla kasvaneiden juurikkaiden keskimmäiset, nuorimmat lehdet (sydänlehdet) ovat kellertäviä tai harmaita muuttuen nopeasti mustiksi. Ulommaisten lehtien reunat kellastuvat, lehdet lakastuvat vähitellen ja kuivettuvat. Lehden ruotien yläpinnassa on usein harmaita tai mustia viiruja, samalla kun lehtiruodit halkeilevat. Taudin merkit alkavat tavallisesti ilmaantua keskikesällä, heinä- tai elokuussa. Lievissä tapauksissa turmeltuu vain osa lehdistöä. Pahemmissa tapauksissa mustuu ja kuivettuu koko sairaan yksilön varsisto (kuva 17, siv. 24). Samanaikaisesti kun lehdet tummentuvat, alkaa juurikkaan yläosaan ilmestyä harmaanruskeita laikkuja, jotka ovat useasti vähän sisäänpainuneita. Laikut suurenevat vähitellen, niihin ilmaantuu halkeamia ja ne valtaavat yhä isompia aloja. Lehtien ja juuriosien turmeltumisesta on seurauksena juurikkaiden kasvun keskeytyminen (kuva 15). Turmeltuneiden lehtien tilalle kehittyy tosin tavallisesti uusia, mutta ne ovat usein muodoltaan kurttuisia ja kitukasvuisia sekä mustuvat ennen pitkää. Sydänmätä, kuten muutkin boorin puutteesta johtuvat taudit, esiintyy pahimmin kuivina kesinä, runsaasti kalkituissa kasvupaikoissa. — Sydänmädän esiintymisestä ja sen torjunnasta Suomessa tehdään lähemmin selkoa sivv 19—33.

T o m a a t t i. Vesiviljelyskokeissa ilman booria kuolevat tomaattien latvaversot, varsi kehittyy hauraaksi, juuret ruskettuvat ja hedelmiin ilmestyy tummia laikkuja. Hiekkaviljelyskokeissa ilman booria kehittyvät tomaatin hedelmät epämuodostuneiksi ja pinnaltaan rosoisiksi (Ferguson & Wright 1940 ym.; kuva 16). Varsinaisilla tomaattiviljelyksillä suoritetuissa kokeissa on boorilannoituksella saatu Yhdysvalloissa huomattavia sadonparannuksia. Boorin puute ilmeni näissä kokeissa mm. siten, että lehdet olivat kiertyneitä ja kellastuneita, eräissä tapauksissa kuolivat nuoret versot kokonaan eivätkä kehittäneet hedelmiä.



Kuva 15. Sydänmädän turmelemia sokerijuurikkaita; oikealla terve yksilö.

Valok. E. A. Jamalainen.

V i l j a k a s v i t. Yksisirkkaisissa kasveissa, kuten viljakasveissa on kasvien sisältämät boorimäärät todettu huomattavasti pienemmiksi kuin kaksisirkkaisissa kasveissa (Bertrand & de Waal 1936 ym.). Poik-

Kuva 16. Tomaatin hedelmiä, jotka kasvaneet hiekkaviljelyskokeessa ilman booria. Hedelmät epämuodostuneita ja arpisia, pinnassa korkkiutuneita kohtia, kypsyminen epätasaista. [Valok. Long Ashton Researh Station, Englanti.

keuksen tekevät tässä suhteessa viljakasvien siitepölyhiukkaset, joiden sisältämä boorimäärä on n. 10 kertaa suurempi kuin viljakasvien muissa osissa (Löhnis 1937). Boorin puute ilmenee vesiviljelyskokeissa haitallisena viljakasvien hedekukissa siten, että niiden kukkia muodostava osa turmeltuu. Boorin puute ehkäisee aikaisella asteella hedekukissa solukkojen normaalin jakautumisen ja myöhemmällä asteella ovat solut muodoltaan epänormaaleja (Löhnis 1940). Tutkimustensa perusteella Löhnis olettaa, että hedekukkien herkkyys boorin puutteelle johtuisi siitepölyä muodostavan kasvinosan runsaasta boorin tarpeesta. Paitsi vesiviljelyskokeissa on myös hiekkaviljelys- ja kenttäkokeissa boorilla todettu olevan edullinen vaikutus viljan kasvuun, varsinkin ohralla. Boorin puute ilmenee ohrassa siten, että kasvit pensastuvat voimakkaasti, jäävät pienikokoisiksi ja niiden lehdet ovat normaalia kapeampia. Norjassa rahkasuolla tehdyssä kenttäkokeessa antoi ohra voimakkaasti kalkitussa koejäsenessä (maan pH 6—7.4) boorilannoituksen ansiosta 10—50 % jyväsadon parannuksen (Ødelien & Vidme 1942). Muissakin maissa tehdyissä kokeissa on boorin todettu eräissä tapauksissa parantaneen satoja, mm. lisäämällä viljakasvien 1 000-jyvän painoja. Viljakasvit ovat arkoja boorin myrkylliselle vaikutukselle, joten niille ei ole syytä antaa runsaita annoksia tätä ainetta. Sen sijaan ei boorin jälkivaikutus, esim. silloin kun edellisenä vuonna on sokerijuurikkaille käytetty booria, enää seuraavana vuonna

pitäisi ilmetä haitallisena viljakasveissa (vrt. SCHROPP 1940). — Pohjois-Savon kasvinviljelyskoeasemalla on boorilla todettu eräissä kokeissa olevan edullinen vaikutus viljoille (kts. siv. 36). Samalla koeasemalla ja eräissä muissakin paikoissa tehdyissä kokeissa on boori myös selvästi alentanut viljasatoja. Tästä syystä ei meillä ole aihetta ryhtyä käyttämään booria yleisemmin viljakasveille, ennen kuin kysymys on perusteellisemmin selvitetty.

Boorin merkityksestä maamme kasvinviljelyssä.

Sokerijuurikasviljelykset.

Sen jälkeen kun oli todettu, että juurikkaiden sydänmätä johtuu boorin puutteesta, on booripitoisten aineiden käyttö sokerijuurikasviljelyksillä kaikkialla nopeasti yleistynyt. Saadakseen selvitystä sydänmädän merkityksestä maassamme ja boorin käytöstä sen ehkäisemiseksi, pyysi kirjoittaja asiasta lähempiä tietoja Salon Raakasokeritehtaalta vv. 1940 ja 1948 sekä Turengin Sokeritehtaalta v. 1948. Kummastakin paikasta saaduissa vastauksissa oli arvokkaita tietoja, jotka tullaan seuraavassa lähemmin selostamaan. Ennen sitä mainittakoon, että Maatalouskoelaitoksen kasvitautiosaston toimesta oli v. 1934 järjestetty boorikoe sokerijuurikkaalla sydänmädän torjumiseksi lounais-Suomessa, Pettilän kartanossa, lähellä Salon kauppalaa. Kokeessa, jonka tulokset on aikaisemmin julkaistu (Jamalainen 1936 a), oli sydänmädän turmelemia juurikkaita ilman booria jääneessä koejäsenessä 49.1 % (juurikassato halta 11.4 tonnia) ja 5 kg halle boorihappoa saaneessa koejäsenessä 7.6 % (juurikassato 20.8 tonnia halta). Maa, jossa koe oli järjestetty, oli saanut useiden vuosien aikana runsaan kalkituksen, sen pH-luku oli 7.5.

Salon Raakasokeritehtaalta v. 1940 saatu vastaus, jonka oli laatinut maat. ja metsät. kand. M. A. Mantere, sisälsi seuraavia tietoja.

Sydänmätää on tavattu Salon tehtaan sokerijuurikasviljelysalueella vahvasti kalkituilla mailla, kuitenkin verraten vähäisessä määrässä. Tautia ei ole esiintynyt koskaan suurina yhtenäisinä alueina, vaan pieninä läiskinä eri pelloilla, aiheuttamatta tuntuvampaa sadonmenetystä. Kun kävi selville, että booripitoiset aineet tehoavat sydänmätätautia vastaan, on niitä suositeltu käytettäväksi viljelijöille 5—7 kg ha:lle. Boorin käytön yleisyydestä ko. sokerijuurikasviljelysalueella ei ole tarkkaa tietoa, koska viljelijät ovat saaneet päättää itse sen käytöstä ja myös hankkineet aineen. Vv. 1938—1940 on boorihappoa saanut ostaa jossain määrin myös tehtaalta. Kun v. 1940 ei ainetta tiettävästi ollut kauppaliikkeissä saatavissa, jäi käytetyn boorin määrä edellisiä vuosia pienemmäksi. Tautia ei tästä huolimatta ole todettu entistä runsaammin esiintyvän, ja on tähän otaksuttu ammoniumsulfaatin käytön kalkkisalpietarin asemesta olleen osaltaan vaikuttamassa (vrt. siv. 28).

V. 1948 saatiin Salon Raakasokeritehtaalta maat. ja metsät. kand. M. A. Mantereen laatimassa selostuksessa seuraavia tietoja.

Sydänmätää on v. 1948 Lounais-Suomen sokerijuurikasalueella esiintynyt Turun piirissä vähiten. Paimion piirissä vähän enemmän ja Salon piirissä eniten. Turun seudulla on sitä tavattu vain hiekkamailla, etenkin Kalannin pitäjässä. Paimion piirissä ovat Paimion ja Sauvon pitäjät etusijalla. Näissä pitäjissä oli n. $^1/_8$ viljelmistä sellaisia, joissa esiintyi tautia, kuitenkin vain vähäisinä laikkuina pelloissa. Ainoastaan 4—5 talossa todettiin tautia runsaammin. Tauti ei aiheuttanutkaan Turun eikä Paimion piirissä v. 1948 mainittavampaa tuhoa. Sen sijaan koitui taudista Salon seudulla melkoisia vahinkoja. Noin 50 %:ssa viljelmiä esiintyi enemmän tai vähemmän sydänmätää, usein kuitenkin lievästi. Arvion mukaan 30 % yksilöistä oli näillä viljelmillä sydänmädän vaivaamia; n. 20 tilalla (1 % Salon seudun sokerijuurikasviljelmistä) oli tauti 100 %:nen ja sadonmenetys näissä tapauksissa n. 50 %.

Edellisenä vuonna oli tautia Salon seudulla suunnilleen samassa määrässä kuin v. 1948, muualla vähän vähemmän. Kalkituksen lisääntyminen on ilmeisesti vaikuttanut sydänmätätaudin entistä yleisempään esiintymiseen v. 1948. Sitä paitsi käytettiin edellisenä vuonna sokerijuurikasviljelyksillä yleisesti boorisuperi-lannoitetta, joka on myös saattanut olla syynä taudin vähäisempään esiintymiseen.

Noin 50 % Lounais-Suomen viljelijöistä lienee v. 1948 käyttänyt booria; saatujen tietojen mukaan booraksin muodossa, 10—15 kg ha:lle. Niissäkin viljelmissä, joissa oli käytetty booria, esiintyi merkkejä sydänmädästä, joka osoittaa, että booria olisi pitänyt antaa enemmän. Salon seudulla oli osa viljelijöistä (n. 10 %) käyttänytkin booria vähän runsaammin kuin muut, jolloin viljelmät olivat terveet. Boorin käyttö olisi viljelijän kannalta helpointa väkilannoitteiden mukana annettuna. Siemeneen sekoitettuna ei boorin kylvöä eikä levitystä peltoon ole saatu hyvin onnistumaan.

Sydänmädän tautikuvasta, sen alkuvaiheessa on Salon Raakasokeritehtaan taholla epäselvyyttä. Kirjelmässä tiedustellaan, voiko sokerijuurikkaan isompien lehtien kellertävä väri sekä niiden pinnan kovettuminen ja halkeileminen, jotka ovat virustaudin tuntomerkkejä, olla myös samalla boorinpuutosilmiöitä. Tällaista sairautta esiintyy samoissa kasvupaikoissa sekä samanaikaisesti kuin juurikkaiden sydänlehtien mustumista. Maatalousneuvoja Kiviniemen havaintojen mukaan oli boorilla ollut tervehdyttävä vaikutus myös tähän vanhemmissa lehdissä esiintyvään sairauteen.

Edelläesitetty viittaus sokerijuurikasviljelyksillä tavattuun tautiin ansaitsee tässä yhteydessä lähempää käsittelyä. Kirjoittaja on matkoillaan Lounais-Suomessa kesällä 1947 todennut mm. Salossa ja Turun ympäristöllä muutamissa sokerijuurikaspelloissa k e l t a v i r o o s i a, jonka esiintymisestä maassamme ei aikaisemmin ole ollut tietoja. V. 1948 kirjoittaja jatkoi havaintojen tekoa taudista todeten sitä useissa paikoissa sekä lounais-Suomen että etelä-Hämeen sokerijuurikasviljelyksillä, mm. Fiskarsissa, Perttelissä, Salossa sekä Turun ja Hämeenlinnan ympäristössä.

Keltaviroosi tunnetaan siitä, että juurikkaiden vanhemmat lehdet alkavat kellastua keskikesällä. Niiden väri on ensin kellertävänvihreä, myöhemmin keltainen. Lehtien kellertymistä voi aiheutua muistakin syistä, mutta keltaviroosi on helposti tunnettavissa siitä, että lehdet ovat normaalia vähän paksummat ja hauraat. Kun sairaita lehtiä taittelee tai puristaa kädessä, huomaa tämän hau-

rauden, ne murtuvat ja rasahtelevat. Tämä johtuu siitä, että sairaisiin lehtiin on kerääntynyt tärkkelystä. Sairaat lehdet eivät aina kellastu, vaan ne saattavat olla vain normaalia vaaleampia tai nähdään niissä vaaleanvihreitä laikkuja. Keltaviroosin aiheuttaja on *Beta virus 4*. Taudin leviäminen ei tapahdu siemenen mukana eikä myöskään maasta käsin, vaan levittävät sitä kirvat (vrt. SMITH 1937).

Kirjoittajan tähänastisten havaintojen mukaan ei voida vielä päätellä, kuinka yleinen keltaviroosi on Suomessa ja millaisiksi on arvioitava sen aiheuttamat vahingot. Tautiin on joka tapauksessa syytä kiinnittää huomiota, sillä mahdollista on, että keltaviroosi on meilläkin yhtenä haitallisena tekijänä sokerijuurikasviljelyksillä. Muissa pohjoismaissa, Tanskassa (GRAM 1942) ja Ruotsissa (BJÖRLING 1948) aiheuttaa tauti melkoisia vahinkoja sokerijuurikaspelloissa.

Keltaviroosin torjunnassa ei boorilla voida katsoa olevan merkitystä. Salon Raakasokeritehtaan taholta tehty havainto, että boori vaikutti ehkäisevästi myös lehtien kellastumista vastaan, osoittaa, että tässä tapauksessa oli kysymyksessä boorin puutteesta johtuva sairaus (vrt. siv. 16), jota nähtävästi esiintyi samanaikaisesti keltaviroosin kanssa.

Sydänmätätautia esiintyi runsaasti v. 1948 etelä-Hämeen sokerijuurikasviljelyksillä. Silloin ilmoitettiin Turengin sokeritehtaan taholta, että Hämeenlinnan ympäristöpitäjissä on sydänmätää sairastavia kasvustoja keskimäärin joka viidennellä tilalla (maat. teknikko EINO LUOTONEN Maaseudun Tulevaisuudessa 17. 8. 1948). Myös Maatalouskoelaitoksen kasvitautiosastolle saatiin v. 1948 useita ilmoituksia taudista. Kirjoittaja saattoi matkoillaan etelä-Hämeen ja lounais-Suomen sokerijuurikasalueilla todeta, että paitsi etelä-Hämeessä myös lounais-Suomessa tautia esiintyi yleisenä ja monin paikoin vahingollisena. Sen esiintymiselle oli tyypillistä, että sokerijuurikkaan varret olivat pelloissa laikuittain taudin vuoksi heikkokasvuisia. Kaikki yksilöt olivat näissä paikoissa sydänmätää sairastavia. Yhtenä syynä taudin yleisyyteen v. 1948 on varmaan ollut boorin virheellinen käyttö, varsinkin etelä-Hämeessä, jossa sokerijuurikkaan viljelyä ei ole aikaisemmin laajemmassa mitassa harjoitettu.

Turengin sokeritehtaalta v. 1948 saadussa, maat. ja metsät. kand. O. P. PERTTULM laatimassa kirjelmässä oli yksityiskohtaisempia tietoja boorin merkityksestä etelä-Hämeen sokerijuurikasviljelysalueella.

Sellaisilla viljelyksillä, jotka eivät kasvukauden aikana saaneet booria, esiintyi kesällä v. 1948 miltei säännöllisesti sydänmätää. Jos peltolohko oli saanut booria edellisenä kesänä, esiintyi tauti lievempänä. Kaikilla peltolohkoilla, joita oli voimakkaasti kalkittu ja jotka olivat saaneet keväällä booria, esiintyi tautia yleisesti ja hyvin voimakkaassa muodossa. Kylvölaatikossa siemenen joukkoon sekoitettuna ja sen mukana kylvettynä booraksi joutui epätasaisesti peltoon ja sitä paitsi booria tuli täten taimiriveille toisinaan niin runsaasti, että se myrkytti useassa tapauksessa maan, jonka johdosta taimiston kehitys alkuvaiheessa tuntuvasti hidastui. Myrkytys oli toisinaan niin voimakas, että se paikka paikoin tuhosi taimiston kokonaan, jolloin kasvusto jäi aukkoiseksi. Boorin käyttö siemenen kylvön yhteydessä onnistuu paremmin, jos boori on hiutalemuotoista. Varminta on kuitenkin, että viljelijät opetetaan kylvämään boori hajalleen salpietariin, superfosfaattiin, sahajauhoon tms. sekoitettuna.

Booria on sokeritehtaan viljelysalueella käytetty sokerijuurikkaille kahtena viime vuonna seuraavasti: boorihappoa riville 4 kg ha:lle tai hajalle 10 kg ha:lle ja booraksia riville 8—10 kg ha:lle tai hajalle 15—20 kg ha:lle. Vielä heinä—elokuun vaihteessa sydänmätää sairastaville kasvustoille levitetty boori pysähdytti taudin kehityksen. Juurikkaisiin ilmestyi uusia naatteja, jotka kuitenkaan eivät enää ehtineet kasvaa täyteen mittaansa.

Juurikasvien viljelijät ovat varsin vähän selvillä boorin merkityksestä. He eivät myöskään pysty toteamaan tautia lehtiin ilmaantuneista merkeistä, vaan kiinnittävät kasvuston sairastumiseen huomiota vasta, kun naatit alkavat mustua, jolloin taudin torjunta on jo myöhäistä.

Kasvukautena 1946 annettiin boori superfosfaattiin sekoitettuna ns. boorisuperina. Boori oli kuitenkin seonnut fosfaattiin niin epätasaisesti, että kasvukauden aikana todettiin kokonaisten sarkojen todennäköisesti jääneen ilman booria. Jos boorisuperin tapaiseen booriseokseen pyritään, on sekoittaminen suoritettava hyvin. Sellaiselle viljelijälle, joka antaa juurikasvimaallensa fosfaatin jossakin muussa muodossa, on sitä paitsi varattava tilaisuus saada boori erillisenä.

Sydänmätä aiheutti Turengin sokeritehtaan juurikasviljelysalueella v. 1948 kesänä arvion mukaan n. 5 % sokerisadon menetyksen, joten asia on ollut sokeritehtaalle erittäin suuriarvoinen.

Edelläesitetyt tiedot osoittavat, että sokerijuurikasviljelykset kaipaavat sekä etelä-Hämeessä että lounais-Suomessa yleisesti boorilannoitusta antaakseen kunnollisia satoja. Sokeritehtailta saadut tiedot sydänmätätaudista antavat aiheen päätellä, että boorin puutetta tavattaisiin vähemmän lounais-Suomessa, varsinkin tämän alueen rannikkoseuduilla, kuin etelä-Hämeessä. Syytä tähän ei ole voitu varmemmin päätellä[1]), mutta ilmeisesti yhtenä tekijänä on maalaji. Savialueilla on boorin puute vähäisempää kuin multa- ja hiekkamailla, ja sokerijuurikkaan viljely tapahtuu lounais-Suomessa etupäässä savimailla.

Sokerijuurikaskokeet Karjalan kasvinviljelyskoeasemalla Hannilassa.

Karjalan kasvinviljelyskoeasemalla Hannilassa, joka sijaitsi Neuvostoliitolle v. 1944 luovutetulla alueella, ryhdyttiin 1930-luvulla kokeilemaan sokerijuurikkaalla. Tarkoituksena oli selvittää tämän kasvin viljelysmahdollisuuksia itä-Suomessa, Antreaan perustettavaa raakasokeritehdasta varten. Tällöin todettiin, että sadot jäivät toivottua pienemmiksi,

[1]) Mainittakoon tässä yhteydessä, että valtamerien rannikkoseutujen maaperässä on todettu olevan enemmän booria kuin sisämaassa. Tämän selitetään olevan peräisin merivedestä, joka sisältää vähäisiä määriä booria. Edelmanin (1939) mukaan tuuli jatkuvasti kuljettaa vedestä ilmaan joutuneita suoloja, jotka saateen ja lumen mukana joutuvat rannikoille. Kun näissä suoloissa on n. 0.1 % boorihappoanhydridiä (B_2O_3), kerääntyy vuosittain rannikkoalueille B_2O_3 80 g hehtaaria kohti. Tällä tavoin kerääntyy rannikoilla maahan vuosien mittaan huomattavat määrät booria, joilla ed. m. tutkijan mukaan on tärkeä merkitys kasvien boorinarpeen tyydyttäjänä, varsinkin sellaisissa tapauksissa, joissa maaperä on luonnostaan booriköyhää.

Taul. 1. *Kalkitus- ja lannoituskoe vv. 1937—1939.*

Table 1. *Liming and fertilizing experiment in 1937—1939.*

Koejäsenet [1]) *Plots* [1])	Maan pH *pH of soil*	Satojen suhdeluvut — *Relative number of yields*								Sairaiden juurikkaiden paino % *Weight % of diseased roots*		Juurikkaiden keskim. sokeri % *Average sugar % of roots*
		Juurikkaat — *Roots*				Naatit — *Tops*						
	1938	1937	1938	1939	Keskim. *Average*	1937	1938	1939	Keskim. *Average*	1937	1938	1937—39
Ilman booria — *Without boron*												
0	5.65	100	100	100	100	100	100	100	100	48.8	4.8	15.0
6 000 $CaCO_3$	5.97	91	114	84	96	73	93	89	85	91.1	13.5	14.8
900 P + 500 K	—	136	113	215	155	115	83	165	121	65.2	16.1	15.9
500 K + 750 N	—	101	89	146	112	147	115	171	144	52.4	13.3	14.0
900 P + 750 N	—	115	137	233	162	141	135	262	179	88.8	16.0	15.2
900 P + 500 K + 750 N	5.20	110	125	282	172	141	116	298	185	85.9	24.1	15.1
900 P + 500 K + 750 N + 6 000 $CaCO_3$	5.63	84	116	281	160	69	67	258	131	100.0	32.8	13.9
1 350 P + 750 K + 1 125 N	5.19	124	129	332	195	139	92	287	173	95.0	24.0	15.0
1 350 P + 750 K + 1 125 N + 6 000 $CaCO_3$	5.50	74	102	281	152	50	57	240	116	100.0	41·0	14.3
Booria saanut — *With boron*												
0	—	118	122	219	153	118	122	198	146	5.9	0.0	15.4
6 000 $CaCO_3$	—	123	175	247	182	132	137	191	155	10.3	0.3	16.2
900 P + 500 K	—	146	181	332	220	129	114	264	169	14.1	0.0	16.1
500 K + 750 N	—	119	122	252	164	170	168	318	219	1.2	0.5	14.4
900 P + 750 N	—	141	202	349	231	161	205	393	253	8.7	0.3	14.9
900 P + 500 K + 750 N	—	153	210	413	259	186	200	465	284	11.0	0.0	15.7
900 P + 500 K + 750 N + 6 000 $CaCO_3$	—	149	221	447	272	197	202	502	300	5.0	1.7	15.4
1 350 P + 750 K + 1 125 N	-	160	232	466	286	205	229	567	334	11.0	0.5	15.7
1 350 P + 750 K + 1 125 N + 6 000 $CaCO_3$	—	147	238	481	289	207	232	580	340	13.6	0.5	15.9
Sato tonnia ha:lta lannoittamatt. koejäsenessä ilman booria — *Yield from an unfertilized plot without boron, ton./ha.*		25.63	9.88	4.19	13.23	27.24	16.05	6.88	16.72			
m (F) %		9.6	9.8	8.7		6.0	8.2	6.9				

[1]) P = superfosfaattia, K = 40 % kalisuolaa, N = kalkkisalpietaria, $CaCO_3$ = kalkkikivijauhetta kg ha:lle. — *P = superphosphate, K = 40 % potassium salt, N = nitrate of lime, $CaCO_3$ = ground limestone kg. per hectare.* $CaCO_3$ annettu v. 1936, muut lannoitteet joka vuosi. — *$CaCO_3$ in 1936, other fertilizers every year.*

Kuva 17. Sydänmätätaudin tuhoamia sokerijuurikkaita. Kuva sokerijuurikaskokeesta Karjalan kasvinviljelyskoeasemalla runsaasti kalkitusta koeruudusta, joka ei saanut booria.
Fig. 17. Sugar beets damaged by dry rot. Experiment plot from the Carelian Agr. Exp. Sta. The plot was given a heavy liming but no boron.
Valok. E. A. JAMALAINEN.

ja mikä merkittävää, runsas kalkitus vaikutti selvästi satoja alentavasti. Samantapaisiin tuloksiin tultiin muissakin paikkakunnalla tehdyissä kalkituskokeissa. Kirjoittajan vuonna 1936 suorittamat havainnot osoittivat, että satojen huonouteen oli syynä sydänmätätauti. Vuodesta 1937 lähtien ryhdyttiin koeasemalla kokeilemaan boorin vaikutusta ja tässä mielessä otettiin sokerijuurikkaan lannoitus- ja kalkituskokeisiin boori-koejäsen. Vuoden 1939 jälkeen ei kokeita sotaolosuhteiden vuoksi jatkettu.

Seuraavassa esitetään koetulokset kolmesta koeasemalla suoritetusta kalkitus- ja lannoituskokeesta. Tämän lisäksi kuvataan lyhyesti kahden muun sokerijuurikkaalla tehdyn kokeen tuloksia esittämättä satolukuja. Kaikki kokeet oli järjestetty kevyelle savimaalle. Koeruutujen suuruus oli 40—50 m^2; kerrannaisruutuja 4 kpl. Jokaisessa ruudussa oli puolet käsitelty boorihapolla, antamalla aine kasveille taimiasteella; toinen puoli ruuduista oli käsittelemättä. Selostukset koejäsenistä ja käytetyistä lannoitemääristä ovat tulostaulukkojen 1—3 yhteydessä. Niissä on esitetty satotulokset suhdeluvuilla vertaamalla lannoittamattomaan koejäseneen ilman booria, jossa sato on ilmaistu luvulla 100. V. 1937 kokeissa käytettiin boorihappoa vain 5 kg ha:lle. Kun tämä määrä ei ollut riittävä ehkäisemään kokonaan sydänmätätautia, annettiin v. 1938 kaikissa kokeissa 8 kg boorihappoa ha:lle ja v. 1939 lisättiin boorihappoannos 12 kiloksi ha:lle. Vv. 1937—1938 kokeissa analysoitiin sydänmätää sairastavat yksilöt erikseen ja punnittiin niiden juurikkaiden painot, jotka on esitetty tulostaulukoissa. V. 1939 ei tällaisia analysejä suoritettu.

Tulokset osoittavat, että ilman booria jääneissä koejäsenissä useimmissa tapauksissa kalkitus alensi sekä juurikas- että naattisatoja. Niinpä kalkitus- ja lannoituskokeessa (taul. 1) olivat juurikas- ja naattisadot v.

1937 ja naattisadot v. 1938 runsaimman PKN-lannoituksen ja kalkituksen saaneissa ruuduissa jopa huomattavasti pienemmät kuin lannoitusta vaille jääneissä koejäsenissä. Tässä kokeessa oli NK-koejäsenen juurikassato heikko sekä booria saaneissa että ilman booria jääneissä koeruuduissa, joka johtuu fosforihapon puutteesta. Kalkituskokeessa (taul. 2) ei 2 000 kg kalkkia ha:lle ilman booria vielä vaikuttanut satoa alentavasti. Sen sijaan 4 000 ja varsinkin 8 000 kg kalkkia ha:lle alensi tuntuvasti satoja, etenkin v. 1938.

V. 1937 esiintyi kokeissa runsaasti sydänmätää (taul. 1 ja 3), ja kuten huomataan sitä oli myös ilman lannotteita ja kalkitusta jääneissä juurikkaissa. Kalkitus- ja lannoituskokeen kalkituissa ruuduissa (taul. 1) olivat juurikkaat 90—100 %:sesti sairaita, ja sydänmätää oli lähes yhtä runsaasti myös PKN- ja PN-lannoituksen saaneissa ruuduissa. Tauti turmeli juurikkaita siten, että niiden yläosa oli ruskettunut ja halkeillut. Varsiston kehitys oli hyvin heikkoa (kuva 17), sydänlehdet mustuivat ja vanhemmat lehdet kuihtuivat. Juurikkaat jäivät pienikokoisiksi ja osa kasveista

Taul. 2. *Kalkituskoe vv. 1938—1939.*

Table 2. *Liming experiment in 1938—1939.*

Koejäsenet [1]) *Plots* [1])	Maan pH *pH of soil*	Satojen suhdeluvut — *Relative number of yields*						Sairaiden juurikkaiden paino % *Weight % of diseased roots*	Juurikkaiden keskim. sokeri % *Average sugar % of roots*
		Juurikkaat — *Roots*			Naatit — *Tops*				
	1938	1938	1939	Keskim. *Average*	1938	1939	Keskim. *Average*	1938	1937—39
Ilman booria — *Without boron*									
0	—	100	100	100	100	100	100	4.2	16.2
PKN	5.17	147	151	149	138	192	165	10.6	15.9
PKN+2 000 $CaCO_3$	5.45	137	164	151	128	222	175	12.5	16.0
PKN+4 000 $CaCO_3$	5.45	125	129	127	112	192	152	23.0	15.4
PKN+8 000 $CaCO_3$	5.94	94	131	113	80	119	100	41.8	13.8
Booria saanut — *With boron*									
0	—	126	157	142	148	160	154	0.0	16.0
PKN	—	176	189	183	212	310	261	1.3	15.7
PKN+2 000 $CaCO_3$	—	186	194	190	227	296	262	2.5	16.4
PKN+4 000 $CaCO_3$	—	182	197	190	232	304	268	1.5	16.1
PKN+8 000 $CaCO_3$	—	182	212	197	243	324	284	2.3	16.0
Sato tonnia ha:lta lannoittamatt. koejäsenessä ilman booria — *Yield from an unfertilized plot without boron, ton./ha.*	—	10.39	10.55	10.47	14.93	12.00	13.46		
m (F) %		5.4	9.6		5.4	6.2			

[1]) PKN = 900 kg superfosfaattia, 500 kg 40 % kalisuolaa ja 750 kg kalkkisalpietaria ha:lle; $CaCO_3$ = kalkkikivijauhetta kg ha:lle. — *PKN = 900 kg. superphosphate, 500 kg. 40 % potassium salt, and 750 kg. nitrate of lime per hectare; $CaCO_3$ = ground limestone kg. per hectare.* $CaCO_3$ annettu v. 1938, muut lannoitteet joka vuosi. — *$CaCO_3$ in 1938, other fertilizers every year.*

Kuva 18. Kalkitus- ja lannoituskoe sokerijuurikkaalla Karjalan kasvinviljelyskoeasemalla v. 1937. Etualalla koejäsenet joille annettu PKN-lannoitus ja 6 000 kalkkikivijauhetta ha:lle; keskellä koeruutu ilman booria ja vasemmalla ruutu, joka saanut 5 kg boorihappoa ha:lle.

Fig. 18. Liming and fertilizing experiment on sugar beet in the Carelian Agr. Exp. Sta. in 1937. In front, plots fertilized with PKN and limed with 6 000 kg. ground limestone per ha., in centre, plot without boron, on left, plot with 5 kg. boric acid per ha.

Valok. E. A. Jamalainen.

tuhoutui kokonaan taudin vuoksi (kuva 18). V. 1938 oli tautia huomattavasti vähemmän kuin edellisenä vuonna, silloinkin runsaimmin kalkituissa koejäsenissä (taul. 1—3). V. 1939 ei määritetty sairaiden juurikkaiden painoprosenttia. Havaintojen mukaan esiintyi sydänmätä silloin kaikissa kokeissa voimakkaana, joka voidaan päätellä myös satotuloksista vertaamalla toisiinsa booria saaneiden ja booria vailla jääneiden koejäsenten satolukuja.

Boori paransi kaikissa kokeissa suuresti sekä juurikas- että naattisatoja. Lannoitus- ja kalkituskokeessa (taul. 1) oli runsaimman PKN-lannoituksen ja kalkituksen saaneessa koejäsenessä kolmen vuoden keskimääräinen juurikassato lähes 2 kertaa ja naattisato noin 3 kertaa suurempi kuin koejäsenessä ilman booria. Vastaavasti samansuuruiset olivat sadonparannukset boorin ansiosta muissakin kokeissa runsaan mineraalilannoituksen saaneissa koejäsenissä. Sadonlisäykset olivat boorikoejäsenissä suurimmat PKN-lannoituksen saaneissa ruuduissa. Kalkitus- ja lannoituskokeen tuloksista nähdään (taul. 1), että juurikassatojen lisääntymisessä oli fosforihapolla ratkaiseva merkitys, sillä sen puuttuessa jäi juurikassato booriakin saaneissa koejäsenissä heikoksi. Naattisatojen lisääntymisen oli PKN-lannoituksen saaneissa koejäsenissä suhteellisesti paljoa suurempi kuin juurikassatojen, varsinkin kalkituskokeessa (taul. 2).

Kalkitus ei parantanut boori-koejäsenissä läheskään yhtä paljon satoa kuin mineraalilannoitteet. V. 1937 kokeissa, jolloin kasvit saivat 5 kg boorihappoa ha:lle ei kalkitus ollut sanottavammin lisännyt satoja. V. 1938, jolloin boorihappoa annettiin 8 kg ha:lle, oli kalkitus lisännyt

Taul 3. *Kalkkisalpietarin ja ammoniumsulfaatin vertaileva koe vv. 1937—1939.*

Table 3. *Comparative experiment with nitrate of lime and sulphate of ammonia in 1937—1939.*

Koejäsenet [1]) *Plots* [1])	Maan pH *pH of soil*	Satojen suhdeluvut — *Relative number of yields*								Sairaiden juurikkaiden paino % *Weight % of diseased roots*		Juurikkaiden keskim. sokeri % *Average sugar % of roots*
		Juurikkaat — *Roots*				Naatit — *Tops*						
	1938	1937	1938	1939	Keskim. *Average*	1937	1938	1939	Keskim. *Average*	1937	1938	1937—39
Ilman booria — *Without boron*												
0	—	100	100	100	100	100	100	100	100	41.7	7.5	15.4
PK + 750 Nks	5.26	129	196	171	165	132	189	225	182	53.6	16.3	16.3
PK + 564 Nam	5.06	129	167	155	150	129	169	192	163	35.7	19.4	15.8
PK + 750 Nks + 3 000 $CaCO_3$	5.54	99	147	178	141	85	117	165	122	94.2	28.3	14.8
PK + 564 Nam + 3 000 $CaCO_3$	5.15	130	204	192	175	136	158	218	171	63.7	15.7	15.8
PK + 750 Nks + 6 000 $CaCO_3$	5.84	91	120	137	116	76	88	135	100	93.3	41.6	14.4
PK + 564 Nam + 6 000 $CaCO_3$	5.38	109	124	153	129	92	120	194	135	83.9	31.8	15.3
Booria saanut — *With boron*												
0	—	127	140	150	139	117	163	151	144	0.0	1.2	15.2
PK + 750 Nks		165	279	253	232	171	291	332	265	1.2	0.9	16.6
PK + 564 Nam		159	259	213	210	166	269	310	248	3.0	0.0	16.1
PK + 750 Nks + 3 000 $CaCO_3$		153	294	242	230	164	292	325	260	1.8	0.0	15.9
PK + 564 Nam + 3 000 $CaCO_3$		166	295	225	229	166	285	320	257	3.5	0.0	16.4
PK + 750 Nks + 6 000 $CaCO_3$		157	333	258	249	168	321	351	280	0.1	0.0	16.4
PK + 564 Nam + 6 000 $CaCO_3$	—	165	319	246	243	170	299	321	263	1.4	0.8	16.6
Sato tonnia ha:lta lannoittamatt. koejäsenessä ilman booria — *Yield from an unfertilized plot without boron, ton./ha.*		20.79	7.21	9.20	12.37	31.31	12.43	11.83	18.52			
m (F) %		5.4	7.1	8.4		7.6	7.2	7.9				

[1]) PK = 500 kg 40 % kalisuolaa ja 900 kg superfosfaattia ha:lle; Nks = kalkkisalpietaria, Nam = ammoniumsulfaattia, $CaCO_3$ = kalkkikivijauhetta kg ha:lle. — *PK = 500 kg. 40 % potassium salt,, and 900 kg. superphosphate per hectare; Nks = nitrate of lime, Nam = sulphate of ammonia, $CaCO_3$ = ground limestone kg. per hectare.* $CaCO_3$ annettu v. 1937, muut lannoitteet joka vuosi. — *$CaCO_3$ in 1937, other fertilizers every year.*

jonkin verran satoja; selvimmin juurikas- ja naattisatoja typpilannoitteiden vertailevassa kokeessa (taul. 3) sekä naattisatoja kalkituskokeessa (taul. 2). V. 1939 kokeissa, kasvien saadessa 12 kg H_3BO_3 ha:lle, oli samoin todettavissa sadonparannuksia kalkituksen vaikutuksesta, runsaimmin kalkitus- ja lannoituskokeessa (taul. 1).

Boorin satojaparantava vaikutus johtui siitä, että aine ehkäisi sydänmädän esiintymistä. Kuten tulokset osoittavat oli sairaiden juurikkaiden ja satolukujen välillä ilman booria jääneissä koejäsenissä v. 1937 selvä korrelatio. V. 1938 kokeissa olivat sadonlisäykset boorin vuoksi suuremmat kuin mitä juurikkaiden tautisuutta osoittavat luvut ilman booria jääneissä koejäsenissä edellyttäisivät. Tällöin on otettava huomioon, ettei kaikissa juurikkaissa ilman booria ilmennyt sydänmätätautia, vaan ne jäivät pienikokoisiksi sen vuoksi, että naattien kehitys oli normaalia heikompaa.

Maan pH-luvut olivat kalkituksen vuoksi jonkin verran kohonneet. Kalkitus- ja lannoituskokeessa (taul. 1) oli pH-luku kalkituissa ruuduissa 0.3—0.4 suurempi kuin kalkitsemattomissa. Kalkituskokeessa (taul. 2) olivat vastaavat luvut 0.28 (2 000 ja 4 000 kg $CaCO_3$ ha:lle) ja 0.77 (8 000 kg $CaCO_3$ ha:lle). Kokeissa ei voida päätellä, että kalkituksesta aiheutunut maan happamuuden väheneminen olisi vaikuttanut ratkaisevammin sydänmädän esiintymiseen ja sen johdosta satotuloksiin, vaan kysymyksessä on täytynyt olla kalkin epäedullinen vaikutus. Maan boorivarat olivat sitoutuneet kalkin vuoksi kasveille vaikeasti käytettävään muotoon.

Kalkkisalpietarin ja ammoniumsulfaatin vertailevassa kokeessa (taul. 3) pyrittiin selvittämään, missä määrin viimeksimainittu happamena lannoitteena vaikuttaa satotuloksia parantavasti ehkäisemällä sydänmätätautia. Koe osoitti, että ammoniumsulfaatti antoi kalkituissa ruuduissa ilman booria huomattavasti paremman sadon kuin kalkkisalpietari. Ilman kalkitusta ja ilman boorilannoitusta oli suhde päinvastainen. Samoin silloin kun kasvit saivat booria, oli kalkkisalpietarin teho ilman kalkitusta parempi kuin ammoniumsulfaatin. Vastaavasti kalkituksen ja boorilannoituksen saaneissa koeruuduissa oli Nks- ja Nam-koejäsenien välillä vähäisiä eroja, joiden suhteen ei voida tehdä varmempia johtopäätöksiä. Ammoniumsulfaatti happamena lannoitteena alensi maan pH-lukua (0.20=koejäsenessä ilman kalkitusta, 0.39=koejäsenessä 3 000 kg $CaCO_3$ ha:lle, 0.46=koejäsenessä 6 000 kg $CaCO_3$ ha:lle). Lannoitteen edullisuus ilman booria jääneissä kalkituissa koejäsenissä johtui ilmeisesti sen maan happamuutta lisäävästä vaikutuksesta, jonka vuoksi boorin saanti juurikkaille helpoittui. Sydänmädän torjuntaa silmälläpitäen on ammoniumsulfaatin käyttö maan pH:ta alentavana tekijänä huomioonotettava keino kalkituilla mailla, vaikkakaan se ei ole läheskään riittävän tehokas taudin ehkäisemiseksi.

WELSH PLANT BREEDING STATION,
1949
PENGLAIS, ABERYSTWYTH

Kokeessa nousevilla boorihappomäärillä vv. 1938—1939, joiden tuloksia ei taulukon muodossa esitetä, ei sadoissa ollut suuria eroavaisuuksia 4, 8 ja 12 kg boorihappoa saaneiden koejäsenien välillä. Jo 4 kg H_3BO_3 ha:lle lisäsi keskimäärin 40—50 % juurikassatoa ja 70—120 % naattisatoa sekä ilman kalkitusta että 3 000 kg kalkkikivijauhetta saaneissa koejäsenissä. Korkeimman kalkkimäärän (6 000 kg kalkkikivijauhetta ha:lle) ja samalla runsaimmin booria (12 kg H_3BO_3 ha:lle) saaneissa koejäsenissä oli juurikassato n. 10 % ja naattisato 15—20 % suurempi kuin vastaavissa 4 ja 8 kg H_3BO_3 ha:lle saaneissa. Sokerijuurikkaille suositellaan sydänmädän torjumiseksi tavallisesti 10 kg boorihappoa tai 15 kg booraksia ha:lle, jotka määrät ovat tämänkin kokeen perusteella katsottava sopiviksi (vrt. siv. 32).

Typpilannoitteiden kokeessa vv. 1938—1939, jossa oli vertailtavana kalkkisalpietarin, chilensalpietarin ja ammoniumsulfaatin vaikutus, oli 400 kg chilensalpietaria ha:lle ilman booria parantanut juurikassatoja kahden vuoden kokeessa keskimäärin 18 %. Booria saaneissa koejäsenissä ei vastaavaa sadonlisäystä chilensalpietarin ansiosta ollut todettavissa. Sadonparannuksen voidaan tässä tapauksessa katsoa johtuvan chilensalpietarissa olevasta boorista, josta kirjallisuudessa on runsaasti tietoja.

Tulostaulukoissa on esitetty myös juurikkaiden keskimääräiset sokerisadot. Boorin käyttö lisää kirjallisuustietojen mukaan juurikkaiden sokeripitoisuutta usein varsin huomattavasti, jopa useampia prosentteja. Selostettavana olevissa kokeissa olivat sokerisadot booria saaneissa koejäsenissä useissa tapauksissa paremmat kuin ilman booria. Erot eivät kuitenkaan olleet perin suuria, keskimääräinen sokeripitoisuuden lisääntyminen oli noin yksi prosentti.

Edelläesitetyt sokerijuurikkaalla tehdyt kokeet antavat aiheen yleisempienkin booria koskevien päätelmien tekoon. Kokeiden mukaan oli Hannilan koeaseman mailla boorin puute erittäin suuri. Joko boori ei ollut kasveille käytettävässä muodossa tai sitä oli sellaisenaan riittämättömästi. Viimeksimainittuun viittaa se, että sydänmätätautia esiintyi runsaasti myös ilman kalkitusta jääneissä koejäsenissä. Sokerijuurikkaan menestyksellinen viljely ilman booria ei Karjalan koeaseman mailla olisi ollut mahdollista. On ilmeistä, että maat kaipaavat yleisesti itä-Suomessa booria antaakseen kunnollisia satoja. Sitä osoittavat kokeet, joita on suoritettu Pohjois-Savon kasvinviljelyskoeasemalla (kts. siv. 36). V. 1939 oli Suomen Suoviljelysyhdistyksen Karjalan koeasemalla järjestetty sokerijuurikkaan lannoituskoe turveperäisellä maalla, jossa oli käytetty 6 ja 12 kg boorihappoa ha:lle. Muina lannoitteina olivat kasvit saaneet 400 kg kotkafosfaattia, 480 kg 40 %:sta kalisuolaa ja 240 kg kalkkisalpietaria ha:lle. Juurikassato oli ilman booria 18.6 tonnia ha:lta, 6 kg

H_2BO_3 saaneessa koejäsenessä 19.9 tonnia sekä 12 kg H_2BO_3 saaneessa koejäsenessä 20.2 tonnia ha:lta. Naattisadot olivat vastaavasti 19.5, 27.5 ja 26.2 tonnia ha:lta. Booria oli siis kokeessa parantanut melkoisesti naattisatoja (SALOHEIMO 1940).

Boorin puute esiintyy voimakkaimmin kasvupaikoissa, jotka ovat runsaasti kalkittuja ja reaktioltaan neutraaleja tai alkaalisia; siitä on alan kirjallisuudessa paljon tietoja. Kalkin epäedullinen vaikutus selostettiin kirjallisuudessa aikaisemmin johtuvan siitä, että maahan muodostuu vaikeastiliukenevia kalsiumboraatteja. Nykyisin on tästä käsityksestä luovuttu ja esitetty muita teorioita kalkin booriasitovasta vaikutuksesta. TRUNINGERin mukaan (1944) täytyy voimakkaan kalkituksen seurauksena maassa ilmenevän boorin puutteen johtua siitä, että seskvioksidit (Fe_2O_3 ja Al_2O_3), jotka sakkautuvat maaliuoksen alkaalisessa reaktiossa, absorboivat boorin. Kasvien vähentyneet mahdollisuudet käyttää booria kalkituissa maissa johtuu kirjallisuustietojen mukaan ilmeisesti myös Ca-ionin vaikutuksesta solunkettojen permeabiliteettiin. Solunkettojen kyky läpäistä maaliuoksia ja niissä olevaa booria vähenee kalkin vuoksi.

Kalkituksen epäedullinen vaikutus sydänmätää lisäävänä tekijänä sokerijuurikkaissa nähtiin selvästi Hannilan koeasemalla tehdyissä kokeissa. Muuallakin on kalkituksen johdosta odotettavissa boorin puutteesta aiheutuvia tauteja sekä sokerijuurikkaassa että muissa runsaasti booria tarvitsevissa kasvilajeissa. Kun maamme pellot kaipaavat happamuuden vuoksi yleisesti kalkitusta, on tämä seikka otettava huomioon. Jos boori on maassa minimissä, ei kalkituksella saavuteta odotettua tulosta, ellei kasveille samalla anneta booria. Myöskään muut ravintoaineet eivät tule taloudellisesti käytetyksi ilman booria. Edelläsanottu koskee sellaisia kasvupaikkoja, joissa on todettu boorin puutetta. Kaikille maille ei meillä tarvitse antaa booria, ei edes sellaisille kasveille, kuten sokerijuurikkaille ja lantuille, joiden boorin tarve on erikoisen suuri. Sitä osoittavat mm. lounais-Suomesta saadut tiedot sydänmädän esiintymisestä sokerijuurikasviljelyksillä.

Boorilannotteiden käyttötavoista sokerijuurikkaalla.

Boorilannoitteita on meillä käytetty sokerijuurikkaille melko yleisesti siemenen joukkoon sekoitettuina (kts. sokeritehtailta saatuja tietoja sivv. 20 ja 21). Seuraavassa esitetyt Maatalouskoelaitoksen kasvitautiosastolla tehdyt kokeet osoittavat, että tällainen menetelmä ei ole tarkoituksenmukainen.

Kokeissa, jotka suoritettiin kasvitautiosastolla jo v. 1937, tutkittiin booripitoisten aineiden tarttuvaisuutta sokerijuurikkaiden siementen pintaan ja niiden vaikutusta siemenen itävyyteen ja taimelletuloon.

Taul. 4. *Boorihapon ja booraksin tarttuvaisuus sokerijuurikkaiden siemeniin.*
Table 4. *Adherence of boric acid and borax to seed of sugar beet.*

Ainetta 30. siemengrammaa kohti *Substance per 30 grams of seeds*	Laskettu määrä ainetta siementä kohti % *Calculated amount per seed* %	Klein Wanzleben-sokerijuurikas — *Klein Wanzleben sugar beet*			
		Siemenen pintaan jäänyt ainemäärä seulonnan jälkeen %:ssa *Percentage of substance left on the surface of seed after sifting*			
		Kuivat siemenet *Dry seeds*		Kostutetut siemenet *Moistened seeds*	
		Boorihappo *Boric acid*	Booraksi *Borax*	Boorihappo *Boric acid*	Booraksi *Borax*
1 g	3.3	80.0	40.0	99.0	98.0
3 »	10.0	50.3	19.0	86.0	90.0
5 »	20.0	44.0	10.0	89.0	91.0
8 »	26.6	30.0	6.0	87.5	80.0
10 »	33.3	27.0	12.5	90.0	71.5
15 »	50.0	18.5	0.25	86.0	82.0
20 »	66.6	18.0	3.0	86.5	86.5
30 »	100.0	12.5	2.0	75.0	82.5

Tarttuvaisuutta selvittävissä kokeissa punnittiin 30 g siemeneriä ja sekoitettiin niihin nousevia boorihappo- (H_3BO_3) ja booraksi- ($Na_2B_4O_7 \cdot 10\ H_2O$) määriä. Aineet sekoitettiin sekä kuiviin siemeniin että tarttuvaisuuden lisäämiseksi kostutettuihin siemeniin, joita oli pidetty 2 min vedessä. Käsittelyn jälkeen siemenerät kaadettiin seulaan, jota hitaasti kallisteltiin muutamia kertoja. Täten siemenistä varissut ainemäärä punnittiin, jolloin saatiin selville, kuinka suuri osa aineesta oli jäänyt siemenen pintaan (tulokset kokeesta, taul. 4).

Kuten odottaa saattoi, ei jauhomainen aine pysy kuivien siemenien pinnassa, vaan varisee jo vähäisen siemenen käsittelyn vuoksi. Kylvössä, varsinkin kylvökoneessa tapahtuu tällaista aineen varisemista kylvölaatikon pohjalle vielä suuremmassa määrässä kuin selostettavana olevassa kokeessa, josta on seurauksena aineen epätasainen jakautuminen peltoon. Esim. silloin, jos juurikkaiden siementen kylvökoneessa 5 kilon siemenerään sekoitetaan 2 kg boorilannoitetta (näin on meillä käytännössä menetelty), varisee esitetyn kokeen mukaisesti arviolta $^3/_4$ boorihaposta ja $^9/_{10}$ booraksista siemenen pinnasta (vrt. taul 4).

Aineiden tarttuvaisuus kostutettuihin siemeniin oli melko hyvä, ja niin ollen voisi tulla käytännössä kysymykseen sekoittaa boorilannoitteet kostutettuihin juurikkaiden siemeniin. Tämä menetelmä ei ole kuitenkaan käyttökelpoinen, sillä boori siemenen mukana kylvettynä alentaa huomattavasti siemenen itävyyttä ja orastumista. Sen osoittavat taul. 5 esitetyn kokeen tulokset, jossa kokeessa oli menetelty samalla tavoin kuin edelläselostetussa tarttuvaisuuskokeessa. Boorihappo ja booraksi oli sekoitettu kostutettuun siemeneen. Todellisuudessa ei siemenen pintaan ollut jäänyt kaikkea siihen sekoitettua ainetta, vaan hieman vähemmän, sillä runsaimmat boorimäärät saaneissa siemenissä varisi ainetta siementen pinnasta niiden kylvön yhteydessä. Jo 10 % booriyhdisteitä juurikkaiden

Taul. 5. *Nousevien boorihappo- ja booraksimäärien vaikutus sokerijuurikkaiden siementen itävyyteen ja taimelletuloon.*

Table 5. *Effect of increasing amounts of boric acid and borax on the germination and shooting of sugar beet seeds.*

Ainetta 30. siemengrammaa kohti *Substance per 30 gs. of seeds*	Tystofte VII-sokerijuurikas *Tystofte VII sugar beet*				Klein Wanzleben-sokerijuurikas *Klein Wanzleben sugar beet*	
	Itäneitä — *Germinated* %		Taimelle tulleita — *Shooted* %		Itäneitä — *Germinated* %	
	Boorihappo *Boric acid*	Booraksi *Borax*	Boorihappo *Boric acid*	Booraksi *Borax*	Boorihappo *Boric acid*	Booraksi *Borax*
Käsittelemätön — *Untreated*	84.0	93.5	82.0	83.5	81.0	78.5
1 g	89.5	97.0	86.0	73.0	82.0	82.0
3 »	22.5	92.0	54.5	70.0	55.0	71.0
5 »	20.0	66.0	28.5	54.0	50.0	65.5
8 »	7.0	50.5	27.0	38.0	25.0	44.5
10 »	4.0	26.5	16.5	18.0	1.5	35.0
15 »	0.5	9.5	7.0	4.0	2.0	30.3
20 »	1.5	5.5	0.25	2.0	0	65.5
30 »	0.5	8.5	0.5	9.5	0	43.0

siemeniin sekoitettuina heikensi huomattavasti siemenen itävyyttä ja taimelletuloa; vastaavasti 30 % ehkäisi lähes kokonaan siemenen itävyyden. Booraksin haitallinen vaikutus on vähäisempi kuin boorihapon, mutta oli sekin alentunut tuntuvasti sekä itävyyttä että estänyt taimelletuloa.

Edelläesitetyn perusteella on boorin kylväminen siemenen mukaan kahdestakin syystä hyljättävää. Boorilannoitteet, joita käytetään verraten pieniä määriä, tulevat siemenen mukana käytettynä epätasaisesti peltoon, jolloin huomattava osa kasveista saattaa jäädä ilman booria, ja tästä on seurauksena sydänmätätaudin esiintyminen. Kuten edellä selostettiin, on tässä suhteessa tapahtunutkin virheitä. Kirjoittajan tekemien havaintojen mukaan (vrt. siv. 21) ilmeni tautia v. 1938 useissa boorilannoituksen saaneissa pelloissa laikuittain, johon varmaan oli syynä boorin epätasainen jakautuminen. Boori kylvettynä siemenen mukana voi sitä paitsi aiheuttaa, kuten edellä osoitettiin, siemenen epätasaisen itämisen. Eräät viljelijät ovat kirjoittajalle ilmoittaneet todenneensa tällaista sokerijuurikasviljelyksillään antaessaan boorilannoitteet siemenen sekoitettuna.

Maatalouskoelaitoksen kasvitautiosaston taholta on juurikkaiden sydänmätätaudin ehkäisemiseksi suositeltu käytettäväksi 10 kg boorihappoa tai 15 kg booraksia ha:lle sekä ehdotettu ne kylvettäväksi väkilannoitteiden mukana ennen siemenen kylvöä tai salpietarin mukana taimille (Jamalainen 1936 a, ym. kasvitautiosaston taholta esitetyt, boorin käyttöä selostavat kirjoitukset). Yhtenä mahdollisuutena on mainittu myös boorilannoitteiden sekoittaminen hiekkaan. Samalla on tähdennetty, että boorilannoitteet on sekoitettava tasaisesti lannoitteisiin. Näin käytettynä pitäisi yllämainittujen boorimäärien olla riittäviä sydänmädän torjumi-

seksi. Jos kokemus osoittaa, että 10 kg boorihappoa tai 15 kg booraksia ha:lle ei ole riittävä, voidaan käyttää suurempiakin boorimääriä, booraksia aina 30 kg saakka ha:lle, joka ei vielä vaikuta haitallisesti sokerijuurikkaille. Näin suuresta määrästä ei ole haittaa myöskään seuraavan vuoden kasveille, vaikka ne olisivat arkoja boorin myrkylliselle vaikutukselle, koska suurin osa boorista huuhtoutuu pois maasta. Sen osoittavat KRÜGELin, DREYSPRINGin & LOTTHAMMERin (1938) selostamat, boorin huuhtoutumista selvittävät tutkimukset, joiden mukaan esim. 20:sta kilosta booraksia ha:lle sokerijuurikas käyttää 4—5 kg, jäännöksestä eli 16 kg huuhtoutuu maasta pois sateiden mukana 75 %, joten maahan jää jäljelle vain 4 kg booraksia. Mainittujen tutkijoiden mukaan on boorin jälkivaikutus jo toisena vuonna sangen pieni, eikä sitä kolmantena vuonna ole enää laisinkaan jäljellä. Kysymys boorin jälkivaikutuksesta kaipaa vielä perusteellisia tutkimuksia.

Jos boori kylvetään taimille salpietarin mukana tai hiekkaan sekoitettuna, on ainetta varovaisuuden vuoksi syytä käyttää vain puolet siitä määrästä, joka annettaisiin ennen kylvöä. Käsittely uudistetaan samalla ainemäärällä 2—4 viikon kuluttua. Tässä yhteydessä mainittakoon, että booripitoisia aineita ei voida kylvää ammoniumsulfaatin mukana. Boorilannoitus voidaan suorittaa vielä myöhemmin kesällä, heinä—elokuussa, jos sydänmätätautia todetaan ilmaantuvan. Aine kylvetään silloin joko sekoitettuna hiekkaan tai ruiskuttamalla kasveja, käyttäen ha:lle 1 000 litraa vesiliuosta, jossa on 10—15 kg booraksia.

Boorin puute lanttuviljelyksillä.

Maatalouskoelaitoksen kasvitautiosaston taholta oli v. 1932 lähetetty kiertokysely, jossa pyydettiin tietoja lantun ruskotaudista. Yhteensä saatiin kyselyyn 78 vastausta sairaine lanttu-näytteineen. Kasvitautiosastolle on tämän jälkeen saatu vuosittain viljelijöiltä lisätietoja taudista, ja jakaantuvat ne kiertokyselyn vastaukset mukaanluettuna lääneittäin seuraavasti: Ahvenanmaan l. 1, Turun ja Porin l. 19, Uudenmaan l. 48, Kymen l. 4, Hämeen l. 20, Mikkelin l. 2, Vaasan l. 1 ja Kuopion l. 3. Enemmistö taudista saaduista tiedoista on siis eteläosista maata, useimmat Turun ja Porin, Uudenmaan ja Hämeen lääneistä.

Ruskotautia koskevat tutkimukset ovat osoittaneet (JAMALAINEN 1935a), että tautia tavataan tavallisimmin pelloissa, jotka ovat saaneet jatkuvasti runsaita määriä väkilannoitteita; tautiin nähden myönteiset vastaukset oli saatu pääasiallisesti tällaisilta tiloilta. Voidaan olettaa, että keski- ja pohjoisosissa maata, jossa juurikasviljelyksillä ei harrasteta runsaiden väkilannoitteiden käyttöä, vaan ne lannoitetaan etupäässä karjan-

lannalla, tautia esiintyisi vähän, sillä karjanlanta vaikuttaa tautia ehkäisevästi, kuten Suomessa (JAMALAINEN 1935 a) ja muissa maissa tehdyt kokeet osoittavat. Eläinlannassa on vähäisiä määriä booria, esim. norjalaisten tutkimusten mukaan (ØDELIEN 1939) on virtsavapaassa eläinlantatonnissa 3—5 g ja virtsatonnissa 7—12 g elementaarista booria.

Lantun ruskotaudin runsaaseen esiintymiseen määrätyillä seuduilla on näin ollen syynä ilmeisesti se, että lanttua viljellään pelloissa, joissa kasveilla käytettävissä olevat boorivarat ovat loppuunkulutettuja, silloin kun väkilannoitteilla on pellosta otettu jatkuvasti suuria satoja. Kysymyksessä saattaa olla myös boorin sitoutuminen maassa kasveille vaikeasti saatavaan muotoon, joka tapahtuu etupäässä silloin, jos maat ovat runsaasti kalkittuja. Maan happamuus ei sellaisenaan vielä vaikuta taudin esiintymistä ehkäisevästi, se todettiin edellä jo juurikkaiden sydänmätätaudin suhteen. Lantun ruskotautiesiintymät olivat kirjoittajan tutkimusten mukaan meillä kaikki paikoista, joissa pH oli alle 7:n; yhdessä tapauksessa todettiin ruskotautia pellossa, jonka pH oli 4.34.

Kasvitautiosastolla suoritetuissa kokeissa (JAMALAINEN 1935 a) ei boori ollut parantanut lantun hehtaarisatoja, ainoastaan ehkäissyt taudin esiintymistä. Pohjois-Savon kasvinviljelyskoeasemalla Maaningalla oli booraksi lisännyt myös lanttu- ja naattisatoa (Maaseudun Tulevaisuus 15. 4. 1948). Tämä osoittaa, että k. o. koeaseman mailla on huomattavan suuri boorin tarve.

Ruskotaudin vahingollisuus ilmeni maassamme pahimmin vv. 1940—1945, jolloin lanttujen käyttö oli poikkeuksellisten olojen vuoksi yleistä ruokatarkoituksiin, samalla kun boorilannoitteita ei sodan vuoksi ollut saatavissa. Eräät lanttuja kuluttajille välittävät liikkeet joutuivat silloin kärsimään useiden satojen tuhansien markkojen suuruisia vahinkoja saatuaan myytäväksi viljelyssopimusten perusteella lanttuja, jotka olivat kauttaaltaan ruskotautisia, eivätkä niin ollen kelvanneet ruokatarkoituksiin. Lantut olivat kasvaneet etupäässä etelä-Suomen maatiloilla. Lantun ruskotauti aiheuttaa maassamme edelleen, vaikka booripitoisia aineita on nykyisin ollut saatavissa, monesti vahinkoja viljelijöille, joko siitä syystä, että ei olla tietoisia siitä, miten tautia on torjuttava tai booria käytetään liian vähän. Kasvitautiosaston taholta on lantulle suositeltu käytettäväksi 10 kg boorihappoa tai vastaavasti 15 kg booraksia ha:lle (JAMALAINEN 1938), jotka määrät ovat meillä katsottava riittäviksi ruskotautia vastaan. Ilmeisesti sellaisissa tapauksissa, joissa taudin voimakas esiintyminen on odotettavissa, olisi syytä käyttää runsaampiakin boorimääriä, booraksia aina 30 kiloon saakka hehtaarille, sillä tämäkään annos ei vioita lanttuja (JAMALAINEN 1935 b). Boorin jälkivaikutus näin runsaana käytettynä ei vielä muodostu haitalliseksi muille tämän aineen suhteen aroille kasveille (vrt. siv. 33).

Boorin puute omenaviljelyksillä.

Suomessa esiintyy omenapuissa melko yleisenä kuoppatautia (JAMALAINEN 1936 b), joka on ehkäistävissä booripitoisilla aineilla. Boorin vaikutus tautia vastaan on osoitettu kokeellisesti useissa maissa; Suomessa v. 1936 (JAMALAINEN 1936 c). Oheisesta kartasta (kuva 19) nähdään Maatalouskoelaitoksen kasvitautiosastolle vv. 1930—1948 kerääntyneet tiedot taudista. Kuten ne osoittavat, tavataan kuoppatautia maassamme kaikkialla missä omenia yleisemmin viljellään. Runsaimmin saatiin taudista ilmoituksia Hämeestä, Uudeltamaalta ja Kymin läänistä.

Omenan kuoppataudin aiheuttamat vahingot vaihtelevat suuresti eri vuosina samoissakin puutarhoissa. Tautia ilmenee tavallisesti vain muutamissa puissa siellä missä sitä tavataan, mutta voivat vahingot muodostua melkoisiksikin sellaisina vuosina, jolloin olosuhteet ovat edulliset taudin esiintymiselle. Runsaimmin saatiin kuoppataudista kasvitautiosastolle tietoja v. 1939 (18 ilmoitusta). Myös v. 1947 esiintyi tautia tavallista yleisemmin. Esim. Pohjois-Hämeen kasvinviljelyskoeasemalla Pälkäneellä oli silloin useita kymmeniä omenapuita, pääasiallisesti Punainen kaneli-lajiketta, joissa kaikki tai lähes kaikki omenat olivat kuoppatautisia.

Kuva 19. Maatalouskoelaitoksen kasvitautiosastolle vv. 1930—1948 kerääntyneet tiedot omenan kuoppataudista.

Fig. 19. Reports on the internal cork of apple, received by the Department of Plant Pathology, Agr. Research Institute, in 1930—1948.

Syynä omenan kuoppataudin esiintymiseen ei voida pitää sitä, että omenaviljelykset olisivat meillä lannoitettu yksipuolisesti väkilannoitteilla, sillä hedelmäpuut saavat tavallisesti runsaasti karjanlantaa. Taudin runsaampi ilmeneminen määrättyinä vuosina täytynee johtua pääasiallisesti kasvukauden kuivuudesta, jolloin boori on kirjallisuustietojen mukaan maassa kasveille vaikeasti käytettävässä muodossa.

Kirjoittaja on suositellut omenapuille kuoppataudin torjumiseksi 100—200 g boorihappoa tai 200—400 g booraksia puuta kohti. Nämä määrät eivät ole olleet aina riittäviä taudin ehkäisemiseksi, vaan on useissa tapauksissa ilmeisesti käytettävä suurempia eriä, aina 500—600 g booraksia puuta kohti. Boori annetaan puille, joko kylvämällä maahan puun ympärille, jolloin maata on samalla kasteltava, tai annetaan boorihappo ja booraksi ruiskuttamalla puille 0.1—0.3 %:na kasvinsuojeluaineiden mukana.

Boorin puute muissa viljelyskasveissa.

Kun oli todettu, että maassamme tavataan boorin puutteesta johtuvia tauteja sokerijuurikkaassa, lantussa ja omenassa, oli odotettavissa, että boori olisi tarpeellinen myös muille kasvilajeille. Näin on osoitettukin viime aikoina eräillä kasvinviljelyskoeasemilla tehdyissä kokeissa sekä eri tahoilla maata järjestetyissä paikallisissa kokeissa.

Pohjois-Savon kasvinviljelyskoeasemalla Maaningalla on vv. 1946—1948 tehty joukko kokeita boorilla, joiden tuloksista koeaseman johtaja, maat. ja metsät. kand. M. Salminen on antanut sanomalehdissä ennakkotietoja (Maaseudun Tulevaisuus, 15. 4 ja 7. 9. 1948). Puuttumatta yksityiskohtaisemmin näihin kiintoisiin kokeisiin mainittakoon, että boorin puutteesta aiheutuvia tauteja on Maaningalla todettu mm. punajuurikkaassa, lantussa, ruokanauriissa, sokerijuurikkaassa, porkkanassa, juurisellerissä, kukkakaalissa, keräkaalissa sekä ristikukkaisissa öljykasveissa. Samalla on eräillä kasveilla saatu boorilannoituksella huomattavia sadonparannuksia, mm. lantulla, punajuurikkaalla, juurisellerillä ja ristikukkaisilla öljykasveilla. Myös viljakasveilla oli v. 1948 boorilla vaikutusta sekä jyväsatoon että hehtolitrapainoihin siten, että ne olivat boorilannoituksen ansiosta suuremmat kuin ilman booria.

Maatalouskoelaitoksen kasvitautiosastolle kerääntyneistä, boorinpuutostauteja koskevista tiedoista tehtiin jo edellä yksityiskohtaisemmin selkoa. Tämän lisäksi on kasvitautiosastolle saatu näytteitä taudeista, joiden on katsottava aiheutuvan boorin puutteesta, mm. juurisellerissä, ruoka- ja rehunauriissa, punajuurikkaassa sekä ristikukkaisissa öljykasveissa (vrt. myös päärynä, siv. 13).

Johtopäätelmiä.

Kokeet osoittavat, että useat pelto- ja puutarhakasvit tarvitsevat maassamme booria antaakseen kunnollisia satoja. Boorin puutteessa ilmenee kasveissa sairauksia, joiden johdosta sadon laatu on huono, kuten lantulla ja muilla ristikukkaiskasveilla, sokeri- ja punajuurikkaalla, juurisellerillä ja omenalla. Samalla jää sato normaalia pienemmäksi, varsinkin sokerijuurikkaalla ja ristikukkaisilla öljykasveilla. Myös muilla kasveilla, mm. viljoilla ja apilaalla tehdyissä kokeissa on boorilla todettu olevan edullinen vaikutus, joko niissä esiintyvien boorin puutteesta johtuvien tautien ehkäisijänä tai satojen parantajana.

Tähänastisten tietojen mukaan ei voida vielä esittää yhtenäisempää kuvaa, mikä merkitys boorilla on eri osissa Suomea. Ne osoittavat, että useilla seuduilla maatamme monet pelto- ja puutarhakasvit kaipaavat booria. Sen puutteesta johtuvia tauteja tavataan yleisenä Uudenmaan, Hämeen sekä Turun ja Porin lääneissä; viimeksimainitussa läänissä niitä näyttää kuitenkin esiintyvän vähemmän kuin Uudellamaalla ja Hämeessä. Kasvinviljelyskoeasemilla suoritetut kokeet osoittavat, että boorin puutetta on muissakin osissa maatamme, varsinkin itä-Suomen pelloissa. Niiden perusteella voidaan päätellä, että viljelyskasvien boorin tarve saattaa olla yleistä myös Kuopion läänissä sekä Mikkelin ja Kymin lääneissä. Pohjanlahteen rajoittuvista osista maata, Vaasan ja Oulun lääneistä on saatu niukasti tietoja boorin puutteesta aiheutuvista kasvien sairauksista. Tämä voi olla merkkinä siitä, että maassa ei olisi näillä seuduilla yleisemmin boorin puutetta. Pohjoisimmista osista Suomea ei boorin merkityksestä ole vielä sanottavammin tietoja.

Boorin puutteesta johtuvia tauteja esiintyy maassamme lanttu- ja sokerijuurikasviljelyksillä useasti silloin, kun pellot ovat runsaasti ja yksipuolisesti lannoitettu väkilannoitteilla, jolloin samalla kun kasveista on saatu runsaita satoja, ilmeisesti on kulutettu maan boorivaroja. Boorin puutteesta aiheutuvien lantun ja juurikkaiden tautien yleinen esiintyminen Uudellamaalla, Hämeessä sekä Turun ja Porin lääneissä voi tästä saada ainakin osittain selityksensä. Kun toiselta puolen tiedetään, että runsas eläinlannan käyttö vaikuttaa ko. tauteja vähentävästi siitä syystä, että eläinlannassa on booria, voi tämä olla syynä, että sellaisissa osissa

maata, joissa juurikasvit saavat etupäässä karjanlantaa, esiintyy vähemmän boorin puutteesta aiheutuvia kasvitauteja. Tässä yhteydessä mainittakoon, että eläinlannassa todetut boorimäärät ovat siksi pieniä, etteivät ne voi läheskään aina tyydyttää kasvien boorintarvetta, kuten meillä on todettu lantuilla tehdyissä kokeissa, joissa karjanlanta vähensi tuntuvasti ruskotautia, mutta ei ollut riittävä sitä kokonaan ehkäisemään.

Boorin puute ilmenee voimakkaimmin runsaasti kalkituissa maissa, joka johtuu siitä, että maassa olevat boorivarat ovat kasveille kalkin vuoksi vaikeasti käytettävissä. Karjalan kasvinviljelyskoeasemalla Hannilassa suoritetuissa sokerijuurikaskokeissa eivät näin ollen suuretkaan kalkkimäärät parantaneet satoja booria vaille jääneissä koejäsenissä, vaan päin vastoin, mitä runsaammin kalkkia annettiin, sitä heikommaksi jäivät sadot. Sadon alentuminen johtui sydänmädän voimakkaasta esiintymisestä booria vaille jääneissä juurikkaissa. Booria saaneissa koejäsenissä ei sydänmätätautia tavattu laisinkaan tai vähän, ja tämän johdosta sadonparannukset olivat huomattavan suuret, kalkituksen ja väkilannoitteita saaneissa koejäsenissä 2—3 kertaiset. Sadonparannus, silloin kun käytettiin booria, oli suurin PKN-lannoituksen saaneissa koejäsenissä. Juurikassatojen lisääntymisessä oli tällöin fosforihapolla tärkeä merkitys.

Silloin kun boori on minimissä, ei kalkitus eikä mineraalilannoitus johda toivottuihin tuloksiin sellaisten kasvien viljelyssä, joiden boorin tarve on suuri. Vasta antamalla booria saadaan kalkituksella ja väkilannoitteilla odotetut sadonparannukset.

Lantulla ja sokerijuurikkaalla suoritetuissa kokeissa ei maan happamuus ollut esteenä boorin puutteesta aiheutuvien tautien ilmaantumiselle. Lantun ruskotautiesiintymät ovat kaikissa maassamme tutkituissa tapauksissa paikoista, joissa pH-luku on alle 7:n. Karjalan kasvinviljelyskoeasemalla, jossa maan pH-luku koepaikoissa vaihteli 5—6 välillä, esiintyi sokerijuurikkaassa runsaasti sydänmätää kaikissa kokeissa.

Kokeiden mukaan vaikuttaa ammoniumsulfaatti runsaasti kalkitussa maassa juurikkaiden sydänmätää vähentävästi.

Nykyisten tietojen mukaan ei sokerijuurikasta eikä lanttua meillä kannata monissa tapauksissa menestyksellisesti viljellä, ellei kasveille anneta booria. Sama on ilmeisesti asianlaita muihinkin booria kaipaaviin kasveihin nähden seuduilla, joissa maassa on boorin puutetta tai maat ovat runsaasti kalkittuja. Boorin käyttö tulee näin ollen kaikesta päättäen muodostumaan ainakin määrätyissä osissa maassamme merkittäväksi tekijäksi viljelyskasvien sadon laadun parantajana ja satojen lisääjänä.

Boorilannoitteiden sekoittaminen juurikkaiden siemeniin, jota tapaa on maasamme noudatettu, on hylättävä, sillä aine jakautuu tällä tavoin epätasaisesti peltoon ja alentaa sitä paitsi huomattavasti siemenen itä-

vyyttä. Boori on parasta kylvää muiden väkilannoitteiden mukana ennen sokerijuurikkaiden kylvöä tai annettava taimille.

Lantuille ja juurikkaille on syytä käyttää 15 kg booraksia ha:lle. Tapauksissa, joissa tämä määrä ei riitä, voidaan booraksia käyttää aina 30 kg ha:lle. Muille kasveille, paitsi boorille aroille käytetään ainetta samat määrät kuin lantuille ja juurikkaille. Jos boori kylvetään taimille, on se syytä antaa kahdessa erässä. Omenapuille käytetään booraksia 200—400 g puuta kohti. Boorihappoa käytetään vastaavasti kolmannes vähemmän kuin booraksia.

Tähänastisten tietojen mukaan ei voida varmemmin päätellä, missä maalajeissa boorin puute on maassamme yleisin. Lantun ruskotautia on todettu esiintyvän kaikissa maalajeissa. Kirjallisuustietojen mukaan esiintyy boorin puutteesta johtuvia tauteja yleisemmin keveillä multamailla sekä hiekkamailla. Tämän perusteella voidaan olettaa, että mm. lounais-Suomen savialueilla olisi vähemmän boorin tarvetta kuin Hämeen sekä keski- ja itä-Suomen keveillä turve- ja multamailla sekä hiekka-, hieta- ja hiesumailla.

Kun boorin, samoin kuin muidenkin ravintoaineiden puute ilmenee kasveissa usein kullekin aineelle tyypillisinä sairauksina, on ainakin kaikissa kokeissa, mutta myös varsinaisilla pelto- ja puutarhaviljelyksillä syytä tehdä tarkkoja havaintoja kasveissa esiintyvistä epänormaalisuuksista. Niiden perusteella voidaan monesti päätellä, mikä on syynä kasvien huonoon menestymiseen.

Kirjallisuutta.

Anon. 1939 — Internal Rust Spot of Potatoes. Scottish Farmer, 47: 778. Ref. Boron and Plant Life IV, p. 11.

Bertrand, G. & de Waal, L. 1936 — Recherches sur la teneur comparative en bore de plantes cultivées sur le même sol. Ann. Agron., **6**, p. 537—541.

Bibliography of the Literature on the Minor Elements and Their Relation to Plant and Animal Nutrition. Fourth Edition, Vol. I, p. 1—1037. Chilean Nitrate Educational Bureau, Inc., New York 1948.

Björling, K. 1948 — Iakttagelser angående virusgulsot på betor i Sverige 1946. Nordisk Jordbruksforskning, **1.—3.** Hefte 1948, p. 577—584.

Boron and Plant Life. I—VI. Reprinted from Fert. Feed. Stuffs Journ. I, p. 1—18: Dec. 4 & 18, 1935; Jan. 1 & 29, 1936. II, p. 1—15; Sept. 8 & 22, Oct. 6 & 20, 1937. III. p. 1—19; Febr. 8 & 22, March 8 & 22, April 5 & 19, 1939. IV, p. 1—24: Nov. 13 & 27, Dec. 11 & 24, 1940; Jan. 8 & 22, Febr. 5 & 19, 1941. V, p. 1—38; March 17 & 31, April 14 & 28, May 12 & 26, 1943. VI, p. 1—62: Aug. 13 & 27, Sept. 10 & 24, Oct. 8 & 22, 1947; Febr. 11 & 25, March 10 & 12, 1948.

Brandenburg, E. 1931 — Die Herz- und Trockenfäule der Rüben als Bormangel-Erscheinung. Phytopath. Zeitschr., **3**, p. 429—517.

—»— 1939 — Ueber die Grundlagen der Boranwendung in der Landwirtschaft. Phytopath. Zeitschr., **12**, p. 1—112.

Dearborn, C. H., Thompson, H. C. & Raleigh, G. J. 1936 — Cauliflower Browning Resulting from a Deficiency of Boron. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., **33**, p. 483—487.

Dmitriev, K. A. 1939 — Influence of Microelements on the Seed and Hay Yield of Red Clover. Dokl. Akad. S.-Kh. Nauk. No. 10: 16—19. Ref. Boron and Plant Life, IV p. 10.

Edelman, C. H. 1939 — De voorziening van de planten met Borium en het cyclische zout. Landbouwkundig Tijdschrift, **51**, p. 650—653.

Ferguson, S. W. & Holbeche, J. A. 1946 — Boron Deficiency in Pears—Symptoms and Control Measures. Agric. Gaz., N. S. Wales, **57**: 241—243. Ref. Boron and Plant Life, VI, p. 28.

Ferguson, W. & Wright, L. E. 1940 — Micro-Element Studies with Special Reference to the Element Boron. Sci. Agric., **20**, p. 470—487.

Gram, E. 1936 — Bormangel og nogle andre mangelsygdomme. Tidsskrift f. Planteavl, **41**, p. 401—449.

—»— 1942 — Virus-Gulsot hos Beder. *Beta Virus 4.* Tidsskrift f. Planteavl, **47**, p. 338—362.

Hewitt, E. J. 1946 — Experiments in Mineral Nutrition (III). — The Visual Symptoms of Mineral Deficiencies of Crop Plants Grown in Sand Cultures. Long Ashton Agric. Exp. Sta. Ann. Rept. 1945, p. 44—51.

Hovi, Martti 1947 — Hivenaineet kasvutekijöinä pelto- ja puutarhakasveilla. Pellervo-Seura, Helsinki.

Hudig, I. & Lehr, J. J. 1938 — Einige Bemerkungen über Chilesalpeter in Beziehung zur Borfrage. Bodenkunde u. Pflanzenernähr., **9/10** (**54/55**), p. 552—579.

Jamalainen, E. A. 1935 a — Tutkimuksia lantun ruskotaudista. Referat: Untersuchungen über die »Ruskotauti»-Krankheit der Kohlrübe. Valt. maatalouskoet. julk. (Publ. Agric. Research of Finland), **72**, p. 1—117.

—»— 1935 b — Der Einfluss steigender Borsaueremengen auf die Kohlrübenernte. Maataloust. Aikakausk. (Journ. Sci. Agric. Soc. Finland), **7**, p. 182—186.

—»— 1936 a — Juurikkaiden sydän- ja kuivamädän torjunta booripitoisilla aineilla. Valt. maatalouskoet. tiedonant. (Reports Agric. Research of Finland), **110**, p. 1—8.

—»— 1936 b — Omenan kuoppataudista ja sen esiintymisestä Suomessa. Summary: On Cork Disease of the Apple and on its Apprearance in Finland. Maataloust. Aikakausk. (J. Sci. Agric. Soc. Finland), **8**, p. 24—35.

—»— 1936 c — Boorin vaikutus kuoppataudin esiintymiseen omenissa. Summary: The Effect of Boron on the Cork Disease in Apples. Valt. maatalouskoet. julk. (Publ. Agric. Research of Finland), **89**, p. 1—19.

—»— 1938 — Lantun ruskotauti. Valt. maatalouskoet. tiedonant. (Reports Agric. Research of Finland), **143**, p. 1—7.

—»— 1942 — Die Wirkung von Bor auf das Wachstum der Steckrüben in Wasser- und Sandkulturversuchen. Maataloust. Aikakausk. (J. Sci. Agric. Soc. Finland), **14**, p. 29—37.

Krügel, C., Dreyspring, C. & Lotthammer, R. 1938 — Leaching of Borates from Soil. Superphosphate, **11**, p. 141—150 & 161—166.

Löhnis, Marie P. 1937 — Plant Development in the Absence of Boron. Med. Landbouwhoogeschool, **41**, Verhand. 3., p. 1—36, fig. 1—33.

—»— 1940 — Histology of Boron Deficiency in Plants. Med. Landbouwhoogeschool, **44**, Verhand. 3, p. 1—36, fig. 1—84.

Maaseudun Tulevaisuus: 15. 4, 7. 9 ja 17. 8 1948.

McLarty, H. R. 1940 — British Columbia Uses Boron for Fruit. Better Crops with Plant Food, **24**, p. 8—11 & 37—38.

Midgley, A. R. & Dunklee, D. F. 1946 — Boron Deficiency of Lettuce. Better Crops with Plant Food, **30**, p. 17—20 & 42—43.

Naftel, J. A. 1941 — Effect of Lime and Boron on Yields of Successive Crops on Vaiden Clay. 50th Ann. Rept. Alabama Agric. Expt. Stn., 1939: 12—13. Ref. Boron and Plant Life, VI, p. 23—24.

—»— 1942 — Soil-Liming Investigations (VI) — Response of Crimson Clover to Boron with and without Lime on Coastal Plain Soils. J. Am. Soc. Agron., **34**, p. 975—985.

O'Brien, D. G. & Dennis, R. W. G. 1936 — The Place of Boron in Potato Cultivation. Scottish Farmer, March 14, 1936, pages 346—5. Ref. Boron and Plant Life, II, p. 10.

Peive, Y.V. 1938 — The Rôle of Boron in the Symbiotrophism of Flax and the Practical Problems of applying Boron Fertilizers. Khim. Sotsial. Zemled., 1938, No. 4: 55—66 (in Russian). Ref. Boron and Plant Life, III, p. 9.

Saloheimo, Lauri 1940 — Suomen Suoviljelysyhdistyksen koeasemien v:n 1939 koetuloksia. II. Karjalan koeasema. S. Suovilj. yhd. vuosikirja 1940, **44**, 76—96.

Scharrer, K. 1941 & 1944 — Biochemie der Spurenelemente, 1. & 2. Auflage. Berlin. 1941 & 1944.

SCHROPP, W. 1940 — Bor und Gramineen. Forschungsdienst, **10**, p. 138—160.

—»— & ARENZ, B. 1938 — Über die Wirkung des Bors auf der Wachstum einiger Öl- und Gespinstpflanzen. Forschungsdienst, **6**, p. 564—574.

SMITH, KENNETH M. 1937 — A Textbook of Plant Virus Diseases. London.

SORTEBERG, A. 1941 — Forelopig meddelelse fra Ny Jords forsøksgård på Smøla. Ny Jord. 35—57. Ref. ØDELIEN & VIDME, 1942.

TRUNINGER, E. 1940 — Der Borgehalt des Mergels als Ursache der verschiedenen Düngwirkung von gemahlenem Kalkstein und Mergel. Landw. Jahrb. Schweiz., **54**, p. 680—705.

—»— 1944 — Versuche und Untersuchungen über die Wirkungen des Bors als Spurenelement. Landw. Jahrb. Schweiz, **58**, p. 1—36.

WALKER, J. C., JOLLIVETTE, J. P. & MCLEAN, J. G. 1939 — Borax prevents Diseases of Garden Beets, Sugar Beets and Cabbage. Wisconsin Agric. Exp. Sta., Ann. Rept., March 1939, p. 21—24.

—»— —»— —»— 1941 — The Boron Deficiency Disease in Cabbage. J. Agric. Res., **62**, p. 573—587.

WALLACE, T. 1943 — The Diagnosis of Mineral Deficiencies in Plants. London.

ØDELIEN, M. 1937 — Bormangel som årsak til vekstskade på bygg efter sterk kalking av hvitmosetorv. Meld. Norges Lantbrukshøiskole, **17**, p. 187—206.

—»— 1939 — Innholdet og virkningen av bor i noen kunstgjødselslag, husdyrgjødsel og aske av tre og tare. Meld. Norges Landbrukshøiskole, **20**, p. 239—270.

—»— & VIDME, T. 1942 — Forstsatte forsøk med bor. Meld. Norges Lantbrukshøiskole, **25**, p. 487—534.

Summary:

On Boron Deficiency Diseases and on the Role of Boron in the Finnish Plant Cultivation.

E. A. Jamalainen.

Agricultural Research Institute. Department of Plant Pathology, Tikkurila, Finland.

The first section of the paper (p. 4—18) describes boron deficiency diseases chiefly on the basis of the literature. This part will not be reviewed in detail in the following.

In the last section (p. 19—36) a report is given on the role of boron in the field and garden cultivation in Finland based on the experiments made with boron and on the occurrence of boron deficiency diseases in different plant species in various parts of the country.

The role of boron in the Finnish plant cultivation.

Sugar beet cultivations.

Detailed information about the significance of Dry Rot of sugar beet and the use of boron for its control was obtained from the raw sugar factories; in 1940 and 1948 from the raw sugar factory in Salo (south-western Finland) and in 1948 from the raw sugar factory in Turenki (near the town Hämeenlinna in south-Häme). The latter has been in operation for one year only.

According to the 1940 reports from the south-western Finland dry rot was observed on heavily limed soils, although to a fairly small extent. Disease has never appeared on large areas but only on small spots in separate fields not causing any marked loss in the crop yields. Since it was revealed that the boron-containing substances are effective against dry rot their use has been recommended to farmers in amounts of 5 to 7 kg. per ha.

In 1948 the dry rot was slightest in the south-western Finland in the district of Turku (surroundings of the town Turku) where the disease was met only on sandy soils. In the district of Paimio (to east of Turku district) more disease was met, and in the district of Salo (neighbourhood of the market-town Salo) the spreading was most extensive. In the two first mentioned districts dry rot did not cause any noteworthy damage in 1948, but in the district of Salo heavy losses accrued. About 50 % of the cultivated area were more or less diseased and about 30 % of the sugar beets were affected by dry rot. According to the estimations, about 50 % of the farmers in the south-western Finland used borax, 10—15 kg. per ha. in 1948. Even on the tillages where borax had been used, symptoms of dry rot appeared, showing that boron ought to have been applied more.

The raw sugar factory in Turenki reported in 1948 that on such tillages in south-Häme where boron was not used during the growth season, dry rot was almost regularly met in the summer of 1948, more severely in the heavily limed fields. More detailed information was not received about the generality of the use of boron. The loss in the yield of sugar caused by dry rot was estimated to 5 % on the sugar beet cultivations of Turenki factory in 1948.

According to the above reports as well as to other information received by the Department of Plant Pathology, the sugar beet cultivations both in Häme and south-western Finland are on the whole in the need of boron in order to give good crop yields. The reports on the dry rot suggest that the boron deficiency is less common in the south-western Finland than in south-Häme. An obvious factor is the quality of soil, for in the south-western Finland sugar beet is chiefly grown on sandy soils where the boron deficiency is less marked.

Experiments on sugar beet growing in the Carelian Agricultural Experiment Station in Hannila.

In the Carelian Agricultural Experiment Station in Hannila, which was located in the district surrendered to the Soviet Union in 1944, trials on sugar beet were undertaken in the 1930's. The aim was to elucidate the cultivation possibilities of this plant in east-Finland. It was noted that the crops remained smaller than desired and besides, which was remarkable, a copious liming exerted a distinctly reducing effect on the crop yields. The observations made by the author in 1936 showed that dry rot was the cause of the inferiority of the yields. In 1937 the examination on the effect of boron was started and for this purpose a boron plot was included in the fertilizing and liming experiments. The experiments were conducted in 1937—38 by Mr. O. Saarnenheimo, M. Sc., and in 1939 by Mr. V. Laurila, M. Sc. who were directors of the station in those years.

The experiments were carried out in light clay soil. The size of the plots was 40—50 sq. m., with 4 replicates. A half of each plot was treated with boric acid, by applying it to the plants at the seedling stage, another half of the plot was untreated. Reports on the experimental plots and on the amounts of fertilizers used are given in Tables 1—3. The yields are expressed by relative numbers in comparison to the unfertilized plot without boron, the yield of which is marked by 100. In 1937 only 5 kg. boric acid were used per ha. As this amount was insufficient to prevent dry rot entirely, the amount was raised to 8 kg. per ha. in all experiments in 1938 and to 12 kg. in 1939. In 1937—38 the diseased beets were separately analyzed and their roots weighed. The data appear from the tables.

The results (Tables 1—3) show, that in all experiments the yields from the boron-free plots were reduced by liming both in regard to the yield of roots and tops. So, for example, in the liming and fertilizing experiment (Table 1) the root and top yields in 1937 and the top yields in 1938 were even noticeably smaller in the plots given the heaviest PKN fertilization and liming than in the unfertilized plots. In 1937 dry rot was abundantly met in the experiments (Table 1 and 3) also in sugar beets left without fertilizers and lime. In the limed plots (Table 1) up to 90—100 % of the roots were diseased. Dry rot was common also in plots given mineral fertilization. The development of the tops of diseased plants was very poor (Fig. 17). The plants remained dwarfy and a part of them was entirely destroyed by the disease (Fig. 18). In 1938 considerably less disease was met than in the preceeding year, even then in the plots with the heaviest liming (Table 1—3). In 1939 the weight percentage of the diseased plants was not de-

termined. According to the observations, dry rot was then dominant in all experiments as can be concluded also by comparing the yield values of the plots with and without boron.

In all experiments, both the top and the root yields were greatly improved by boron. In the fertilizing and liming experiment (Table 1) the average root yield of three years in the plots given the heaviest PKN fertilization and liming was well-nigh twice and the top yield about three times as great as in the plots without boron. The improvement in the crop yields due to boron was correspondingly similar in other experiments. The increase in the yield was highest in the plots given the PKN fertilization. The results of the liming and fertilization experiments reveal (Table 1) that phosphoric acid had a decisive bearing on the increase of the root yields because in the lack of it the root yield remained poor even in the plots treated with boron. In the boron-treated plots liming did not improve the yields by far so much as the mineral fertilizers. In the experiments of 1937 when the plants were given 5 kg. boric acid per ha, liming did not improve the yields to any noteworthy extent. In 1938 when boric acid was applied 8 kg. per ha and in 1939 correspondingly 12 kg. per ha. the effect of liming was to some extent improving on the yields in most of the experiments.

The yield-improving effect of boron in the experiments was due to the fact that boron prevented the appearance of dry rot. As can be seen from the data there is a definite correlation between the number of diseased plants and the size of crop yields in the boron plots in 1937. In the experiments of 1938 the increases in the crop yields were, on account of boron, higher than could be expected by the figures indicating the occurrense of the disease in the untreated plots. It must be taken into consideration that not all beets without boron were diseased. they remained small because the development of the tops was poorer than normal.

In the comparative experiment of nitrate of lime and sulphate of ammonia (Table 3) the latter gave in the limed boron-free plots a considerably better yield than did the former. In other instances the relation was either contrary or the difference between the effect of these fertilizers was not distinct. The pH value of the plots with nitrate of lime was 0.20—0.46 higher than in the plots with sulphate of ammonia. The superiority of sulphate of ammonia in the limed plots without boron was in this case evidently ascribable to the acidity-increasing effect of this fertilizer.

The rising amounts of boron (4, 8, and 12 kg. H_3BO_3 per ha.) in the experiments of 1938—39, the results of which are not given in table-form, affected, both when applied in 4 and 8 kg. lots, an average increase of 40—50 % in the root yield and of 70—100 % in the top yield as well in the unlimed plots as in the plots with 3 000 kg. ground limestone per ha. In the plots given the highest amount of lime (6 000 kg. ground limestone per ha.) and the maximum application of boron (12 kg. H_3BO_3 per ha.) the root yield was about 10 % and the top yield 15—20 % greater than in the plots given respectively 4 and 8 kg. H_3BO_3 per ha.

The results in the tables also give the average sugar yields of the roots. In most cases they were better in the plots treated with boron than in those without. The differences, however, were not very marked, the average increase in the sugar content was about one per cent.

On the basis of the experiments, the boron deficiency was very great in the soils of Hannila Experiment Station. Either was the boron in a form non-utilizable to the plants or insufficient in amount. A successful growing of sugar beet in the

soils of the Carelian Experiment Station would not have been feasible without boron. It is apparent that the soils in east-Finland on the whole require boron in order to produce substantial crops. This is indicated also by the experiments carried out in the Agricultural Experiment Station of North-Savo (p. 47), and in the Experiment Station of the Finnish Swamp Cultivation Society at Tohmajärvi (SALOHEIMO 1940).

Boron deficiency is common in Finland in acid soils. In the sugar beet experiments recorded above the pH of the soil was in most cases below 6 even in the plots given an excessive liming (cf. also the occurrence of brown heart in swedes). The fields of Finland must in many regions be either directly lacking in boron, or the boron resources of the soil are bound to a form non-utilizable by the plants from reasons other than the more or less high alkaline reaction of the soil.

On the methods of applying boron fertilizers to sugar beets.

Boron fertilizers have been rather commonly used in Finland as mixed among the seeds. The method is not appropriate and has according to the reports caused even harm to the farmers in that the substance has been unevenly distributed in the soil and hence, also the germinating ability of the seeds has suffered. This was also evidenced by the experiments made in the Department of Plant Pathology in 1937 for elucidation of the adherence of boron-containing substances to the surface of sugar beet seeds (Table 4) and of their effect on germination and shooting (Table 5).

The Department of Plant Pathology of the Agricultural Research Institute has advocated the use of boron for the control of dry rot in amounts of 10 kg. boric acid or 15 kg. borax per ha. to be spread either with fertilizers before the sowing of seeds or with the nitrate of lime on the seedlings. If the experience proves that 10 kg. boric acid or 15 kg. borax per ha. is inadequate even larger amounts of boron are recommended: borax up to 30 kg. per ha.

Boron deficiency in swede cultivations.

In the investigations of the Department of Plant Pathology it was noted in the middle of the last decade that the Brown Heart of swede is controllable by boron (JAMALAINEN 1935 a). Later it was shown in the water cultures of the same Department that brown heart develops in swedes grown without boron (JAMALAINEN 1942). Brown heart occurs in Finland mostly in the southern parts of the country, the majority of the reports received by the Department of Plant Pathology came from the provinces of Turku and Pori, Uusimaa, and Häme.

The investigations made in Finland concerning the brown heart indicate that the disease is most common in the fields which have been continuously given excessive fertilization. Evidently the boron resources of the soil are then exhausted by large crops taken from the fields. It can be assumed that in the middle and northern part of the country where the liberal use of fertilizers to roots is not a common practice but instead, farmyard manure is chiefly used, the brown heart would be rare, since the dung effects preventively on the disease, as evidenced by the experiments in Finland (JAMALAINEN 1935 a) and in other countries.

The acidity of the soil has not *per se* prevented the occurrence of the disease. The brown heart of swede has according to the investigations of the author occurred in Finland in such fields where the pH was below 7, in one instance the disease was noted in a field with pH 4.34.

The harmfulness of the brown heart was manifested in Finland most distinctly in 1940—45 when the swede, due to the exceptional circumstances was quite a

common food stuff, and simultaneously boron fertilizers were unavailable because of the war.

For swede cultivations, 10 kg. boric acid or respectively 15 kg. borax per ha. have been recommended. Obviously in such cases where a severe infestation is to be expected there is every reason to apply borax up to 30 kg. per ha. for even this dose does not injure swede (JAMALAINEN 1935 b).

Boron deficiency in apple orchards.

Occurrence of Internal Cork in apples is quite common in Finland (JAMALAINEN 1936 b). The controlling effect of boron against internal cork has been experimentally proved in many countries, in Finland in 1936 (JAMALAINEN 1936 c). The map on page 35 (Fig. 19) shows the information of the disease accumulated in the Department of Plant Pathology during the years 1930—48. As seen from it most of the informations arrived from the provinces of Häme, Uusimaa, and Kymi. The damages caused by the internal cork of apple largely vary even in the same orchards. The disease is generally met only in a few trees in a place but the losses may amount to quite considerable in years when the conditions are favourable to it. The largest number of reports on internal cork was received in 1939. Also in 1947 the disease was more dominant than usual.

The cause for the occurrence of internal cork cannot be ascribed to one-sided fertilization of apple cultivations, since the orchards are usually liberally manured with cow-dung. The more abundant occurrence of the disease in certain years must be due to the fact that in dry summers boron is not in a readily accessible form to the apple trees.

The author has recommended for the control of internal cork 100—200 g. boric acid or 200—400 g. borax per apple tree to be sprinkled around the tree (JAMALAINEN 1936 c). These amounts are not always sufficient for the control of the disease, in some cases even larger doses should be applied.

Boron deficiency in other cultivated plants.

In the Agricultural Experiment Station of North-Savo in Maaninka (located near the town Kuopio, in the eastern part of middle Finland) a number of experiments were made in 1946—48 with boron. Preliminary reports of these results were published in the newspapers (Maaseudun Tulevaisuus 15. 4 and 7. 9. 1948) by Mr. M. SALMINEN, M. Sc. The diseases caused by boron deficiency were observed in Maaninka, for instance, in the following plants: beet-root, swede, food rape, sugar beet, carrot, root celery, cauliflower, cabbage, and cruciferous oil plants. At the same time, boron application had in many plants considerably increased the crop yields, e. g., in swede, beet-root, root celery, and cruciferous oil plants. Cereal, too, was affected by boron in 1948 in that both the grain yield and the hectolitre weight were greater with boron fertilization than without. — In addition to the above, it should be mentioned that in some local experiments with red clover boron gave considerable increases in the crop yields.

The information received by the Department of Plant Pathology concerning the boron deficiency diseases were already elaborated in the above. In addition, the Department has got samples of plants showing symptoms of boron deficiency, e. g., root celery, food and fodder rape, beet-root, cruciferous oil plants as well as pear.

Conclusions.

On the basis of the information so far it is not yet possible to present a more coherent idea of the significance of boron in different parts of Finland. The data available indicate that on large areas of the country, field and garden plants require boron-containing substances in order to produce good grops. Boron deficiency diseases are generally met in the provinces of Uusimaa, Häme as well as of Turku and Pori, in the last mentioned province they seem to be less dominant than in the former ones. The experiments carried out in the agricultural experiment stations show that even in other parts of the country, especially in the fields of east-Finland deficiency of boron is noted. In the light of the experiments it can be concluded that the requirement of boron may be general also in the provinces of Kuopio, Mikkeli, and Kymi. In the districts bounded by the Gulf of Bothnia, provinces of Vaasa and Oulu, information of the boron deficiency is scanty. This may be an indication that boron deficiency is less common in these regions. From the northernmost parts of Finland little information is yet available of the role of boron.

Boron deficiency diseases were frequent in the swede and sugar beet cultivations of the south-Finland when the fields were heavily and one-sidedly fertilized whereby the boron resources of the soil were evidently simultaneously exhausted by large crops.

In the sugar beet experiments performed in the Carelian Agricultural Experiment Station in Hannila boron was the minimum factor. In the limed plots left without boron the crop yields were, due to dry rot, in certain instances even smaller than in the unlimed ones. The boron-treated plots were unaffected by dry rot or slightly diseased and the yield increases were spectacular, in particular, in the plots with heavy PKN fertilization.

The boron fertilization is closely associated with the problem of liming and the use of mineral fertilizers. Whenever boron was at minimum, neither liming nor mineral fertilization led to the desired result.

In the experiments on swede and sugar beet the acidity of soil was no obstacle for the appearance of boron deficiency diseases. The brown heart of swede occurred in every examined case in the fields with a pH value below 7 (Jamalainen 1935a). In the Carelian Agricultural Experiment Station abundantly dry rot was met in the sugar beets in every experiment in which the pH value of the soil was between 5 and 6.

According to the present information growing of sugar beet in Finland is in several cases uneconomic unless the plants are treated with boron. The same evidently holds good in regard to other boron- deficient plants in the districts where the soil is lacking in boron or heavily limed. The use of boron will accordingly no doubt become a noteworthy factor at least in certain parts of Finland in improving the quality and in increasing the quantity of the crops of cultivated plants.

Admixing of boron fertilizers with the seeds of sugar beet, a custom common in Finland, is to be abandoned because the substance is in this way unevenly distributed in the field and, moreover, considerably reduces the germinating ability of seeds.

On the basis of the information so far available it is not possible to conclude in what kind of soils boron deficiency is mostly met in Finland. Brown heart of swede has been noted to occur in all sorts of soil. According to the literature boron deficiency is worst in peat, mould and sandy soils. Consequently, it may be assumed that, for instance, in the clay districts of south-western Finland boron deficiency would be less noticeable than in the light mould, sand and silt soils of middle and eastern Finland.